

# 建設DX事例集

2022年1月



インフラ再生委員会



## はじめに

近年、A I 技術の進展や5 G 技術の活用による通信性能の向上などの「技術革新」に加え、リモートワークの進展に伴う「働き方の変化」など、社会を取り巻く環境の変化はスピードを増しています。建設業界においても、担い手不足への対応に加えて、2024年度施行の時間外労働時間の上限規制に対処すべく、「働き方改革」や「生産性向上」の推進が喫緊の課題となっているなか、現場においてもより安全で快適な労働環境の整備や施工の効率化、管理の高度化が必要不可欠になっており、こうした環境の変化を受け入れ、迅速に対応することが求められています。

2021年度の国土交通省との「公共工事の諸課題に関する意見交換会」とそのフォローアップにおいても建設業のD Xに関連したテーマが掲げられ、地方整備局においてはD X推進本部の立ち上げが進んでいます。また、今般の新型コロナの感染拡大に伴いリモートワークを強いられる環境の変化などもあり、D Xを活用する流れは一段と加速していると感じます。こうした状況の中、日建連としてはD Xに関して会員企業の保有する技術やノウハウを広く全国に普及させ、活用する事を念頭に、最先端の技術から、一般化しつつある技術に至るまで、多様な好事例を取りまとめました。

各事例に関しては、適用する施工プロセス（調査、設計、施工、維持管理など）、機能（BIM/CIM、I C T、A I など）といった項目ごとに分類し、その特徴を一覧表として分かりやすく示しています。日建連HPにおいても公開しますので、会員企業をはじめ、各発注機関や地方建設企業にも大いにご活用いただき、建設業全体の生産性向上や働き方改革につながれば幸いです。

インフラ再生委員会では、今後ともI C TやBIM/CIMを活用した建設業のD X、生産性向上に向けた活動を、国や地方自治体、関係する機関・団体等とも幅広く連携し、ハード、ソフトの両面から積極的に推進して参ります。

関係各位の引き続きのご指導・ご支援をお願いいたします。

一般社団法人日本建設業連合会  
インフラ再生委員会  
委員長 池田 謙太郎



建設DX事例 一覧表 2

事例は施工プロセス（主項目）毎に社名順にて掲載

※主項目を○赤丸で表記

| 番号 | 会社名   | 事例名                                 | キャッチフレーズ                                  | 施工プロセス                         | 20          | 10          | 78          | 18                    | 18               | 機能                                      | 21               | 12          | 24                              | 13                                   | 21                    | 8                     | 5            | 10               | 30               | 34                                   | 21  | 16     | 12          | ページ |
|----|-------|-------------------------------------|---|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------------------------|---|--------|-------------|-----|
|    |       |                                     |   |                                | 1<br>測<br>量 | 2<br>設<br>計 | 3<br>施<br>工 | 4<br>維<br>持<br>管<br>理 | 5<br>そ<br>の<br>他 |   | 3<br>D<br>測<br>量 | U<br>A<br>V | B<br>I<br>M<br>/<br>C<br>I<br>M | V<br>R<br>・<br>A<br>R<br>・<br>M<br>R | 自<br>動<br>・<br>自<br>律 | I<br>C<br>T<br>建<br>機 | ロ<br>ボ<br>ット | G<br>N<br>S<br>S | 遠<br>隔<br>臨<br>場 | 情<br>報<br>共<br>有<br>シ<br>ス<br>テ<br>ム | 書<br>類<br>・<br>掲<br>示<br>の<br>電<br>子<br>化 | A<br>I | そ<br>の<br>他 |     |
| 21 | ㈱安藤・間 | トンネルリモートビュー                         | 山岳トンネル工事の坑内状況を可視化                         | 3.施工 4.維持管理                    |             |             | ○           | ○                     |                  | 遠隔臨場 情報共有システム                           |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   |        |             | 41  |
| 22 | ㈱安藤・間 | 4K定点カメラ映像による<br>工事進捗管理システム          | 映像進捗管理システムによる<br>出来高・進捗管理のDX              | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場 情報共有システム AI                        |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   | ○      |             | 43  |
| 23 | ㈱安藤・間 | 気象情報から起こりやすい労働災害を推測                 | 新しい危険予知システムの構築                            | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | AI その他                                  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   | ○      | ○           | 45  |
| 24 | ㈱大林組  | 遠隔代理立会                              | 受発注者が試験場に出向かずに品質試験を<br>遠隔臨場で実施            | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場                                    |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 47  |
| 25 | ㈱大林組  | AR 技術によるコンクリート数量計算時間の短縮             | コンクリート残り数量計算アプリ「ピタコン」                     | 1.測量 3.施工                      | ○           |             | ○           |                       |                  | VR・AR・MR                                |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 49  |
| 26 | ㈱大林組  | アーティキュレートダンプトラックの<br>自律走行システム       | 大規模土工の土砂運搬を自動・自律化                         | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 ICT建機 GNSS<br>情報共有システム AI         |                  |             |                                 |                                      | ○                     | ○                     | ○            |                  | ○                |                                      |   | ○      |             | 51  |
| 27 | ㈱奥村組  | 遠隔臨場への取り組み                          | 大きな可能性を秘めたスマートグラスを<br>遠隔臨場に活用！            | 1.測量 2.設計 3.施工<br>4.維持管理 5.その他 | ○           | ○           | ○           | ○                     | ○                | 遠隔臨場                                    |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 53  |
| 28 | ㈱奥村組  | 山岳トンネル工事での<br>出来形管理業務の効率化           | 施工管理の高度化と業務の効率化を実現                        | 1.測量 3.施工 4.維持管理               | ○           |             | ○           | ○                     |                  | 3D測量 BIM/CIM                            | ○                |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 55  |
| 29 | 鹿島建設㈱ | AI配筋検査システム                          | たったひとりでも配筋検査ができる時代へ                       | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場 書類・掲示の電子化 AI                       |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      | ○   | ○      |             | 57  |
| 30 | 鹿島建設㈱ | フィールドブラウザによる<br>現場情報の一元管理と見える化      | 人、モノ、建設機械、環境等の現場情報を<br>IoT で一元管理          | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | GNSS 情報共有システム<br>書類・掲示の電子化              |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              | ○                |                  | ○                                    | ○   |        |             | 59  |
| 31 | 鹿島建設㈱ | 次世代の建設生産システムA <sup>4</sup> CSEL     | 次世代建設生産システム                               | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM VR・AR・MR 自動・自律<br>ICT建機 GNSS AI |                  |             | ○                               | ○                                    | ○                     | ○                     | ○            |                  |                  |                                      |   | ○      |             | 61  |
| 32 | 株木建設㈱ | 3Dモデルと遠隔臨場を活用した業務の効率化               | 生産性の向上と働き方改革を両立するための技術の活用                 | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 3D測量 BIM/CIM 遠隔臨場                       | ○                |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 63  |
| 33 | ㈱熊谷組  | トンネル切羽AI 診断システム                     | デジタル写真でトンネル切羽をAI 診断、<br>点数化、切羽判定業務支援      | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | AI                                      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   | ○      |             | 65  |
| 34 | ㈱熊谷組  | CV映像公開システム                          | 現場映像データを活用した試み、<br>出来形検測、工事記録、維持管理業務支援    | 3.施工 4.維持管理                    |             |             | ○           | ○                     |                  | 3D測量 BIM/CIM その他                        | ○                |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        | ○           | 67  |
| 35 | ㈱鴻池組  | MR 技術を活用したトンネル施工管理システムに<br>DX 技術を付加 | －名塩道路城山トンネル工事にてMR を使った<br>遠隔臨場検査を実証－      | 3.施工 4.維持管理                    |             |             | ○           | ○                     |                  | VR・AR・MR 遠隔臨場                           |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 69  |
| 36 | ㈱鴻池組  | 統合せん孔支援システム「ドリルNAVI」                | －余掘りゼロを目指して－<br>(NETIS 登録番号:KK-160012-VE) | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM ICT建機 情報共有システム                  |                  |             | ○                               |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  | ○                                    |   |        |             | 71  |
| 37 | 五洋建設㈱ | タブレットを利用した<br>山岳トンネル工事の帳票作成アプリ      | 帳票作成から確認・電子認証までの作業を<br>効率的かつ完全なペーパーレスに    | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化                      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        |             | 73  |
| 38 | 五洋建設㈱ | AR安全可視化システム                         | 情報の「見える化」で作業をより安全に                        | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | VR・AR・MR                                |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 75  |
| 39 | 佐藤工業㈱ | トンネル工事における<br>携帯端末を使用した施工管理         | 携帯端末アプリの有効利用による<br>業務の効率化を実現              | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化                      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        |             | 77  |
| 40 | 佐藤工業㈱ | トンネルの3次元出来形管理<br>(出来形マイスター・トンネルPKG) | 施工範囲が見える化                                 | 1.測量 3.施工                      | ○           |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化                      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        |             | 79  |

建設DX事例 一覧表 3

事例は施工プロセス（主項目）毎に社名順にて掲載

※主項目を○赤丸で表記

| 番号 | 会社名     | 事例名                                   | キャッチフレーズ                              | 施工プロセス                         | 20          | 10          | 78          | 18                    | 18               | 機能  | 21               | 12          | 24                              | 13                                   | 21                    | 8                     | 5            | 10               | 30               | 34                                   | 21  | 16     | 12          | ページ |
|----|---------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|---|------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------------------------|---|--------|-------------|-----|
|    |         |                                       |                                       |                                | 1<br>測<br>量 | 2<br>設<br>計 | 3<br>施<br>工 | 4<br>維<br>持<br>管<br>理 | 5<br>そ<br>の<br>他 |   | 3<br>D<br>測<br>量 | U<br>A<br>V | B<br>I<br>M<br>/<br>C<br>I<br>M | V<br>R<br>・<br>A<br>R<br>・<br>M<br>R | 自<br>動<br>・<br>自<br>律 | I<br>C<br>T<br>建<br>機 | ロ<br>ボ<br>ット | G<br>N<br>S<br>S | 遠<br>隔<br>臨<br>場 | 情<br>報<br>共<br>有<br>シ<br>ス<br>テ<br>ム | 書<br>類<br>・<br>掲<br>示<br>の<br>電<br>子<br>化 | A<br>I | そ<br>の<br>他 |     |
| 41 | 清水建設㈱   | ICT-FULL 活用工事                         | ICT フル活用による工事管理の効率化・高度化の取組み           | 1.測量 2.設計 3.施工<br>4.維持管理 5.その他 | ○           | ○           | ○           | ○                     | ○                | 3D測量 UAV BIM/CIM VR・AR・MR 自動・自律<br>ICT建機 ロボット GNSS 遠隔臨場 情報共有システム 書類・掲示の電子化 AI | ○                | ○           | ○                               | ○                                    | ○                     | ○                     | ○            | ○                | ○                | ○                                    | ○   | ○      | ○           | 81  |
| 42 | 清水建設㈱   | リアルタイム自動配筋検査システム                      | 現場でらくらく配筋検査、わずか7秒で帳票作成                | 3.施工 5.その他                     |             |             | ○           |                       | ○                | 遠隔臨場 書類・掲示の電子化  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      | ○   |        |             | 83  |
| 43 | 清水建設㈱   | 遠隔臨場・立会_支援ソリューション                     | ウェアラブルカメラ プレない映像で遠隔業務効率を改善            | 3.施工 4.維持管理 5.その他              |             |             | ○           | ○                     | ○                | 遠隔臨場  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 85  |
| 44 | 清水建設㈱   | 遠隔管理システム（OPENSOURCE）を活用した施工管理         | 360度画像と簡易点群を活用した遠隔現場管理の実施             | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 3D測量 AI その他   | ○                |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   | ○      | ○           | 87  |
| 45 | 西武建設㈱   | 遠隔臨場の活用による緊急工事の生産性向上                  | 遠隔臨場システム「Generation-Eye」によるノンストップ施工   | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 89  |
| 46 | 大成建設㈱   | AIカメラを用いた人体検知システム                     | 建機に搭載して人と建設機械の接触災害を未然に防止する技術          | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 AI  |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      |   | ○      |             | 91  |
| 47 | 大成建設㈱   | コンクリート品質管理システム「it-Concrete」の活用        | 生コン情報をクラウドサーバーでリアルタイムに見える化            | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        |             | 93  |
| 48 | 大成建設㈱   | 切羽プロジェクションマッピング                       | 地盤情報の可視化技術の採用で発破を適正化し、生産性向上を実現        | 1.測量 3.施工                      | ○           |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM 遠隔臨場 情報共有システム 書類・掲示の電子化   |                  |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    | ○   |        |             | 95  |
| 49 | 大日本土木㈱  | 遠隔臨場を用いた生産性向上への取組み                    | 遠隔臨場を用いて段階確認等の立会を効率化                  | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 97  |
| 50 | ㈱竹中工務店  | 非GPS環境でのUAV自律飛行「BIM×DRONE（ビムクロスドローン）」 | BIM データとの連携により、非GPS 環境におけるUAV 自律飛行を実現 | 3.施工 4.維持管理                    |             |             | ○           | ○                     |                  | UAV 自動・自律 遠隔臨場  |                  | ○           |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 99  |
| 51 | ㈱竹中工務店  | タワークレーン遠隔操作システム「TawaRemo®」            | タワークレーンの操作をリモートで行う。                   | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 101 |
| 52 | ㈱竹中土木   | トンネル切羽の面的監視と切羽作業の安全性向上技術              | 山岳トンネル切羽作業の安全性向上システム                  | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 3D測量 VR・AR・MR 自動・自律 情報共有システム  | ○                |             |                                 | ○                                    | ○                     |                       |              |                  |                  | ○                                    |   |        |             | 103 |
| 53 | ㈱竹中土木   | 盛土材料の品質管理技術                           | ダンプ荷台の盛土材料の品質を短時間・リアルタイムに自動評価         | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 情報共有システム その他  |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  | ○                                    |   |        | ○           | 105 |
| 54 | 鉄建建設㈱   | コンクリート打設管理システム                        | 画像解析、センシングによる施工管理/遠隔地での状況確認           | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場 情報共有システム AI その他  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   | ○      | ○           | 107 |
| 55 | 鉄建建設㈱   | 点群データを活用した配筋検査システム                    | 点群データから鉄筋モデルを作成/トレーサビリティの確保           | 3.施工 4.維持管理                    |             |             | ○           | ○                     |                  | 3D測量 BIM/CIM 遠隔臨場 情報共有システム  | ○                |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   |        |             | 109 |
| 56 | 東亜建設工業㈱ | 鋼板セル製作ヤードのVR化                         | 仮想空間で現場臨場                             | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | VR・AR・MR 遠隔臨場   |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        |             | 111 |
| 57 | 東急建設㈱   | 山岳トンネル用「粉じん濃度測定システム」                  | 改正ガイドラインに準拠した山岳トンネル用「粉じん濃度測定システム」     | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化 その他  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        | ○           | 113 |
| 58 | 東急建設㈱   | ARを用いた施工効率化                           | ARで出来形イメージを可視化                        | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | VR・AR・MR  |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 115 |
| 59 | 東洋建設㈱   | BIM/ CIM 属性自動付与システム（SCP）              | BIM/CIM 及びICT 技術をつなげることにより、施工管理を省力化   | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM 自動・自律   |                  |             | ○                               | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 117 |
| 60 | 戸田建設㈱   | 遠赤外線カメラとAIで建設機械の接触災害を防ぐ               | 遠赤外線カメラとAIによる人物検知システム                 | 3.施工                           |             |             | ○           |                       |                  | AI  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   | ○      |             | 119 |

建設DX事例 一覧表 4

事例は施工プロセス（主項目）毎に社名順にて掲載

※主項目を○赤丸で表記

| 番号 | 会社名       | 事例名                                    | キャッチフレーズ                               | 施工プロセス           | 主項目         |             |             |                       |                  | 機能                          | 機能               |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        | ページ |             |     |
|----|-----------|--|--|------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------------------------|---|--------|-----|-------------|-----|
|    |           |  |  |                  | 1<br>測<br>量 | 2<br>設<br>計 | 3<br>施<br>工 | 4<br>維<br>持<br>管<br>理 | 5<br>そ<br>の<br>他 |                             | 3<br>D<br>測<br>量 | U<br>A<br>V | B<br>I<br>M<br>/<br>C<br>I<br>M | V<br>R<br>・<br>A<br>R<br>・<br>M<br>R | 自<br>動<br>・<br>自<br>律 | I<br>C<br>T<br>建<br>機 | ロ<br>ボ<br>ット | G<br>N<br>S<br>S | 遠<br>隔<br>臨<br>場 | 情<br>報<br>共<br>有<br>シ<br>ス<br>テ<br>ム | 書<br>類<br>・<br>掲<br>示<br>の<br>電<br>子<br>化 | A<br>I |     | そ<br>の<br>他 |     |
| 61 | 戸田建設(株)   | 急曲線対応型自動レール移動システム (Rail Walker System) | 急曲線対応型自動レール移動システム (Rail Walker System) | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律                       |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 121 |
| 62 | 飛鳥建設(株)   | 多機能ハンズフリーシステム 「e-Sense」                | 「e-Sense」における自動通訳、ビッグデータ活用により生産性向上を図る  | 3.施工 5.その他       |             |             | ○           |                       | ○                | VR・AR・MR 遠隔臨場 情報共有システム      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       | ○            | ○                |                  |                                      |   |        |     |             | 123 |
| 63 | 西松建設(株)   | トンネル切羽掘削形状モニタリングシステム                   | 切羽のあたり箇所を可視化して作業の安全性向上と効率化             | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 3D測量 BIM/CIM ICT建機 情報共有システム | ○                |             | ○                               |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      | ○   |        |     |             | 125 |
| 64 | (株)NIPPO  | ロボットによる路面マーキング作業の省力化                   | マーキングロボット ~GNSS 信号により任意の点や線を路面に描写~     | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 ロボット GNSS             |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       | ○            | ○                |                  |                                      |   |        |     |             | 127 |
| 65 | (株)NIPPO  | Wi-Fi 温度ロガーを活用したアスファルト合材の温度管理          | Nコレ・サーマル ~積み込みから荷降ろし間の温度共有と自動記録~       | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 情報共有システム 書類・掲示の電子化 その他      |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      | ○   | ○      |     | ○           | 129 |
| 66 | (株)NIPPO  | ステレオ写真測量を活用した舗装出来形計測                   | Nコレ・メジャー ~計測人員1名で管理断面の下がり計測~           | 1.測量 3.施工        | ○           |             | ○           |                       |                  | その他                         |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     | ○           | 131 |
| 67 | (株)NIPPO  | コンクリート舗装の施工管理を2次元コード活用で自動記録            | N-PManager-Co ~コンクリート施工情報一元管理システム~     | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 情報共有システム 書類・掲示の電子化    |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      | ○   | ○      |     |             | 133 |
| 68 | (株)フジタ    | 遠隔臨場システム                               | 小断面シールドでの遠隔立会運用                        | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場                        |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      | ○   |        |     |             | 135 |
| 69 | (株)フジタ    | 遠隔臨場ドローン                               | リアルタイム空撮映像で遠隔臨場を高度化・効率化                | 3.施工 4.維持管理      |             |             | ○           |                       | ○                | UAV 遠隔臨場 情報共有システム           |                  | ○           |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      | ○   | ○      |     |             | 137 |
| 70 | (株)不動テトラ  | 港湾工事における橋梁下部工でのCIM活用工事の取り組み事例          | BIM/CIM モデルを活用した生産性向上を目指して             | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM                     |                  |             | ○                               |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 139 |
| 71 | (株)不動テトラ  | 点群データを活用した構造物の施工管理                     | 「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(構造物工編)(試行案)」を実践    | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 3D測量                        | ○                |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 141 |
| 72 | 前田建設工業(株) | 鋼製支保工建込みロボット                           | 山岳トンネル工事の安全性・生産性向上技術                   | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | ロボット                        |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 143 |
| 73 | 三井住友建設(株) | 遠隔検査システム「遠検」                           | 立会調書も一括で管理する遠隔臨場システム                   | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 遠隔臨場 情報共有システム 書類・掲示の電子化     |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  |                                      | ○   | ○      | ○   |             | 145 |
| 74 | 三井住友建設(株) | リアルタイム鉄筋出来形自動検測システム「ラクカメラ®」            | 鉄筋出来形検査がタブレット一台で完結                     | 1.測量 3.施工        | ○           |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 遠隔臨場 書類・掲示の電子化 その他    |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      | ○   | ○      |     | ○           | 147 |
| 75 | 三井住友建設(株) | 鉄筋組立自動化システム「Robotara® II (ロボタラス® II)」  | 省人化により生産性が3倍に向上                        | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律 ロボット その他              |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       | ○            |                  |                  |                                      |   |        |     | ○           | 149 |
| 76 | 村本建設(株)   | コンクリート打設管理の生産性向上                       | コンクリート打設管理の自動化・見える化                    | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | 自動・自律                       |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 151 |
| 77 | (株)横河ブリッジ | VRを活用した架設シミュレーション                      | VR 架設シミュレーション                          | 3.施工             |             |             | ○           |                       |                  | BIM/CIM VR・AR・MR            |                  |             | ○                               | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |     |             | 153 |
| 78 | 西武建設(株)   | 西武建設式ラインドローンシステム                       | 安全で小型な外壁調査点検システム                       | 1.測量 3.施工 4.維持管理 | ○           |             | ○           | ○                     |                  | UAV 自動・自律 ICT建機 GNSS        |                  | ○           |                                 |                                      | ○                     | ○                     |              | ○                |                  |                                      |   |        |     |             | 155 |
| 79 | 西武建設(株)   | 既存ゴルフ場芝刈機ロボット化システムHerbF®               | 既存機をロボット化し、ベテラン技術を再現                   | 4.維持管理 5.その他     |             |             |             | ○                     | ○                | 自動・自律 ロボット GNSS             |                  |             |                                 |                                      | ○                     |                       | ○            | ○                |                  |                                      |   |        |     |             | 157 |
| 80 | 大成建設(株)   | コンクリートのひび割れ画像解析技術 t.WAVE® (ティ・ット・ウェーブ) | コンクリートのひび割れをAIで自動検出し、幅・長さを定量評価         | 4.維持管理           |             |             |             | ○                     |                  | UAV 自動・自律 AI                |                  | ○           |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        | ○   |             | 159 |

建設DX事例 一覧表 5

事例は施工プロセス（主項目）毎に社名順にて掲載

※主項目を○赤丸で表記

| 番号 | 会社名     | 事例名                               | キャッチフレーズ                           | 施工プロセス      | 20          | 10          | 78          | 18                    | 18               | 機能                    | 21               | 12          | 24                              | 13                                   | 21                    | 8                     | 5            | 10               | 30               | 34                                   | 21  | 16     | 12          | ページ |
|----|---------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------------------------|---|--------|-------------|-----|
|    |         |                                   |                                    |             | 1<br>測<br>量 | 2<br>設<br>計 | 3<br>施<br>工 | 4<br>維<br>持<br>管<br>理 | 5<br>そ<br>の<br>他 |                       | 3<br>D<br>測<br>量 | U<br>A<br>V | B<br>I<br>M<br>/<br>C<br>I<br>M | V<br>R<br>・<br>A<br>R<br>・<br>M<br>R | 自<br>動<br>・<br>自<br>律 | I<br>C<br>T<br>建<br>機 | ロ<br>ボ<br>ット | G<br>N<br>S<br>S | 遠<br>隔<br>臨<br>場 | 情<br>報<br>共<br>有<br>シ<br>ス<br>テ<br>ム | 書<br>類<br>・<br>掲<br>示<br>の<br>電<br>子<br>化 | A<br>I | そ<br>の<br>他 |     |
| 81 | 西松建設㈱   | 傾斜監視クラウドシステムOKIPPA® 104           | 斜面動態監視およびインフラ点検業務の省力化              | 3.施工 4.維持管理 |             |             | ○           | ○                     |                  | 情報共有システム その他          |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    |   |        | ○           | 161 |
| 82 | ㈱浅沼組    | VRによる安全教育訓練                       | 1ヶ月先の現場を体験し安全意識を向上                 | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | BIM/CIM VR・AR・MR      |                  |             | ○                               | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 163 |
| 83 | 鹿島建設㈱   | 災害事例の有効活用                         | 建設工事の危険予知活動にAIを導入！                 | 3.施工 5.その他  |             |             | ○           |                       | ○                | 情報共有システム 書類・掲示の電子化 AI |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    | ○   |        | 165         |     |
| 84 | 北野建設㈱   | Webを用いた安全パトロール                    | 多くの現場パトロールが実施可能                    | 3.施工 5.その他  |             |             | ○           |                       | ○                | 遠隔臨場                  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              | ○                |                  |                                      |   |        |             | 167 |
| 85 | ㈱熊谷組    | 工事情報参照システム（技術の継承）                 | データ保存をクラウドに変更、リアルタイムの情報共有          | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 情報共有システム 書類・掲示の電子化    |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   |        | 169         |     |
| 86 | ㈱熊谷組    | Knowledge Explorer（ナレッジ エクスプローラー） | AI文字検索で、見えないものまで見える化               | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 情報共有システム 書類・掲示の電子化 AI |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    | ○   |        | 171         |     |
| 87 | 東急建設㈱   | VR体験型安全衛生教育                       | 疑似体験を現場の気づきに                       | 3.施工        |             |             |             |                       | ○                | VR・AR・MR              |                  |             |                                 | ○                                    |                       |                       |              |                  |                  |                                      |   |        |             | 173 |
| 88 | 飛鳥建設㈱   | 建設現場共創プラットフォーム「e-Stand」           | 建設現場の労働環境改善～働き方改革を推進～              | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 情報共有システム              |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                |                                      |   |        | 175         |     |
| 89 | ㈱フジタ    | 顔認証サーマル                           | マスクヘルメット着用でも瞬時に顔認証<br>就業履歴・体温記録を保存 | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 書類・掲示の電子化 AI          |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  |                  | ○                                    | ○   |        | 177         |     |
| 90 | ㈱不動テトラ  | Web 現場見学会によるICT新技術の社内講習事例         | 遠隔現場見学による技術の水平展開の効率化               | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 遠隔臨場                  |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              | ○                |                  |                                      |   |        | 179         |     |
| 91 | 前田建設工業㈱ | デジタルサイネージの活用                      | 情報伝達の高度化・効率化                       | 5.その他       |             |             |             |                       | ○                | 情報共有システム 書類・掲示の電子化    |                  |             |                                 |                                      |                       |                       |              |                  | ○                | ○                                    |   |        | 181         |     |

準天頂衛星単独測位システムを利用した簡易用地測量

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

低価格な測位システム利用で測量作業を効率化

1. 事例概要

当該システムは、準天頂衛星みちびき（QZSS）の精度補正信号（L6 信号）を利用した単独測位が可能な衛星測位システムであり、著名な計測器メーカーが販売する同様の GNSS 測量機材と較べ価格が数分の 1 と低価格でありながら、現場において十分使える精度の座標値取得が期待できるものである。

今回、土捨場計画用地に対する立木調査が必要となったが、樹林が茂る山中であり、公共基準点も近隣に存在せず、また携帯電話も全く届かない地域であったため、TS 測量や VRS-GPS 測量での調査対象範囲の特定にはかなりの手間や困難を伴うことが想定できた。厳密な用地測量は要求されていないこと、また冬季降雪前までの短期間で調査対象範囲を特定する必要があったことから、多少の計測精度の低下は許容し、誤差数 cm 精度での測位が可能な本システムを採用した。

【機器・技術のスペック】

準天頂衛星(QZSS)L6 信号活用による cm 級精度単独測位システム（NETIS 登録：KK-200025-A）

販売元：合同会社 J P S (<https://www.qzss4survey.com>)



|                |                            |
|----------------|----------------------------|
| 観測精度           | 水平±35mm 以内<br>垂直 60mm 以内程度 |
| 受信機起動時の初期収束時間  | 2～3 分程度                    |
| 受信機電源（内臓式）持続時間 | 10 時間程度（気温 20℃）            |
| アプリ名称          | Civil Surveyor QZSS        |

図 GNSS 受信機(中央)を含む機器一式（ポールを除く）

### <適用可能な範囲>

- ・ センチメートル精度の地形測量、その他上記精度が適用できる場面で、従来はコスト面の制約等により衛星測位システムを活用できなかった場面など。

### <適用できない範囲>

- ・ 測量法に定める公共測量に該当する作業には適応できない。
- ・ 上空視界が確保できない場合や高压電線など衛星信号が阻害される環境で衛星信号を受信できない現場、上記観測精度以内が要求される作業など

## 2. 採用の効果

計測用アプリはスマートフォンで操作することができ、また計測で得られた座標数値も緯度経度表示の他、公共座標数値としても表示できるため、非常に扱いやすい仕様となっている。

「座標測定」機能は完全な上空視界が確保できる状況では1分程度で初期収束し、上空が枝葉で遮られる場合においても、状況によっては10分程度待てば1m程度までに収束できた。

「座標測定」の他に、座標登録しておいた位置に画面誘導に従って移動指示する「杭打ち」機能や「直線出し」という既知2点間を結ぶ直線上での位置出し機能、逃杭打ちの機能等もあり、受信場所や測量方法を上手く工夫することで、測量精度を確認しながらTS測量よりかなり手間を省く形で調査対象範囲の特定作業を終えることができた。

## 3. 課題

今回は、写真のように枝葉の隙間から天頂付近の上空が多少見通せる状況ではあったが、準天頂衛星以外の最低限必要な衛星数からの信号受信が安定しにくく、GPS測量には厳しい環境であった。

アンテナ設置位置を上空視界が確保できるような高い位置まで精度良く上げることが可能であれば、受信状況が改善でき、計測精度の向上が期待できる。今回、計測精度低下は許容の上で使用したが、計測精度を担保した最終的な用地範囲の特定のためには、樹林伐開後の上空の見通しが確保できた段階でのGPS再測量、修正を行う必要があると思われる。



写真 樹林中での計測状況（ポール高：最大 4.5m）と計測時画面表示（例）

## UAV を使用した地形追従飛行による写真測量

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 地形追従飛行で時間短縮 & 精度向上

### 1. 事例概要

従来の UAV 測量では、一定の高度で飛行しながら写真を撮影するため、地形の起伏により地表面と UAV の間隔が変動し、三次元化した際に鉛直方向の精度が低下、地上画素寸法の変動といった問題が発生する。そのため、起伏が激しい場所では、計測エリアを分割して実施するのが望ましいのだが、離着陸や標定点などの再設置により多くの時間を要してしまう。

そこで当社施工現場にて、従来の計測方法であるレベル飛行(UAV が一定の高度で飛行)と地形の起伏が多い場所による分割飛行(飛行範囲エリアを複数に分割して飛行)、地形追従飛行(地形の起伏に沿って UAV を飛行)の3パターンの検証を行い、地形追従飛行の優位性について確認した。

### 【機器・技術のスペック】

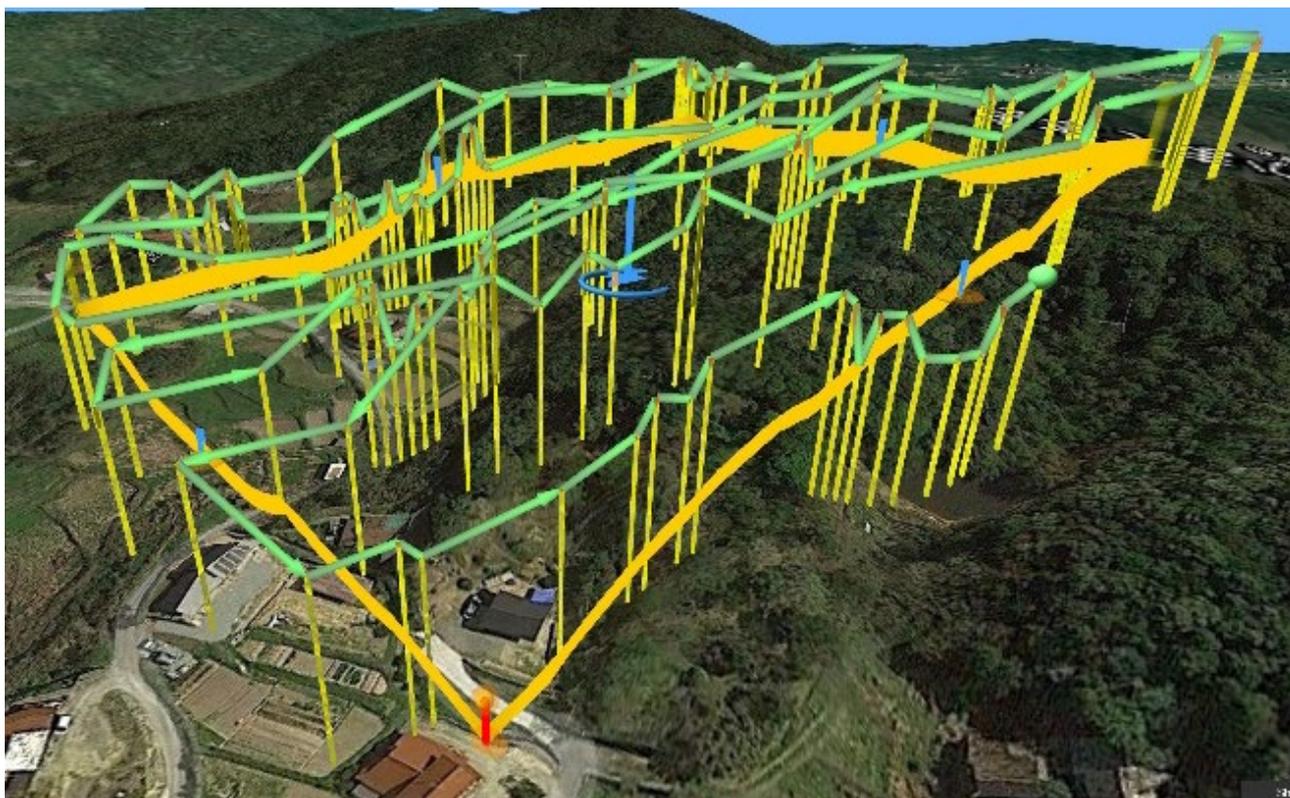
使用機器：Phantom 4 RTK

使用アプリ：QGIS(Ver3.12)、GSRTK、Pix4Dmapper



### 2. 採用の効果

地形追従飛行では、UAV が地形の起伏を認識し、UAV と地表面の間隔を一定に保つことが可能になる。そのため、鉛直方向の精度は 10mm 程度、地上画素寸法の変動はなくなった。また分割して飛行することも無いため要する時間は 40～90 分程度短縮された。



### 3. 課題

地形追従飛行をするためには、事前に地形データを読み込む必要がある。そのため、従来の方法により飛行させ地形データを作成し、Pix4Dmapper で三次元化し、GSRTK に読み込む。三次元化作業に 20 分～1 時間程度、GSRTK に読み込むためにも QGIS で一度変換を行う手間がかかる。その処理を行うために現地に PC を持ち込む必要もある。ただし、この作業は一つの計測範囲に対し初回の 1 回のみである。

## 災害発生からの現場把握～設計までのスピード化・効率化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 自然災害発生直後のシステムチックな初期対応

## 1. 事例概要

甚大な自然災害が増えている昨今、災害発生個所の迅速な現況把握とその現況をもとに設計をおこなうニーズは高まる一方である。そのような中、UAV を用いて現地状況を早急に確認することや、災害発生箇所の崩落形状を3次元で包括的に把握することは、災害発生要因の正確な推定や適切な復旧方法を提案するために非常に有用である。

当社では、災害発生の一報を受けた後、現地確認し安全が確保できた段階で、近傍に配置している社内資格を有した技術者が UAV を用いて、現地航空写真を撮影し、現場状況の全景撮影を行う。この写真により災害箇所全体を視認できるため、応急処置範囲や対策箇所の優先順位をつけ、災害発生時から応急処置まで早急な対応が可能となる。

応急処置終了後、災害発生箇所から目視できる範囲の離れた箇所で、地上型3Dレーザースキャナや UAV 型3Dレーザースキャナを使い、地形計測する。通常の測量では災害箇所に立ち入らなければ測量が出来ないが、最大250m離れた箇所においても地形データを取得できるため、安全かつ早期立入り可能な状態で点群データを取得できる。計測後、内業として、点群データを点群解析（計測点の結合）、点群処理（余分な点の除去）などの処置を施した後、3DCAD取り込み、ソフトの機能を使うことで、精度の高い等高線を有した地形図や縦横断面図を作成することができる。また、国土地理院のDEMデータ（数値標高モデル）と重ね合わせることで、大まかな崩落形状や崩落土量の算出等も可能になり、有用な対策の提案が可能となる。

## 【機器・技術のスペック】

PC：CPU Corei7 2.9GHz 以上／メモリ 16GB／グラフィックボード NVIDIA シリーズ 内部メモリ 4GB

AMD 専用グラフィックボード

点群解析：MAGNET College、点群処理：Pet's、3DCAD：AutodeskCivil3D

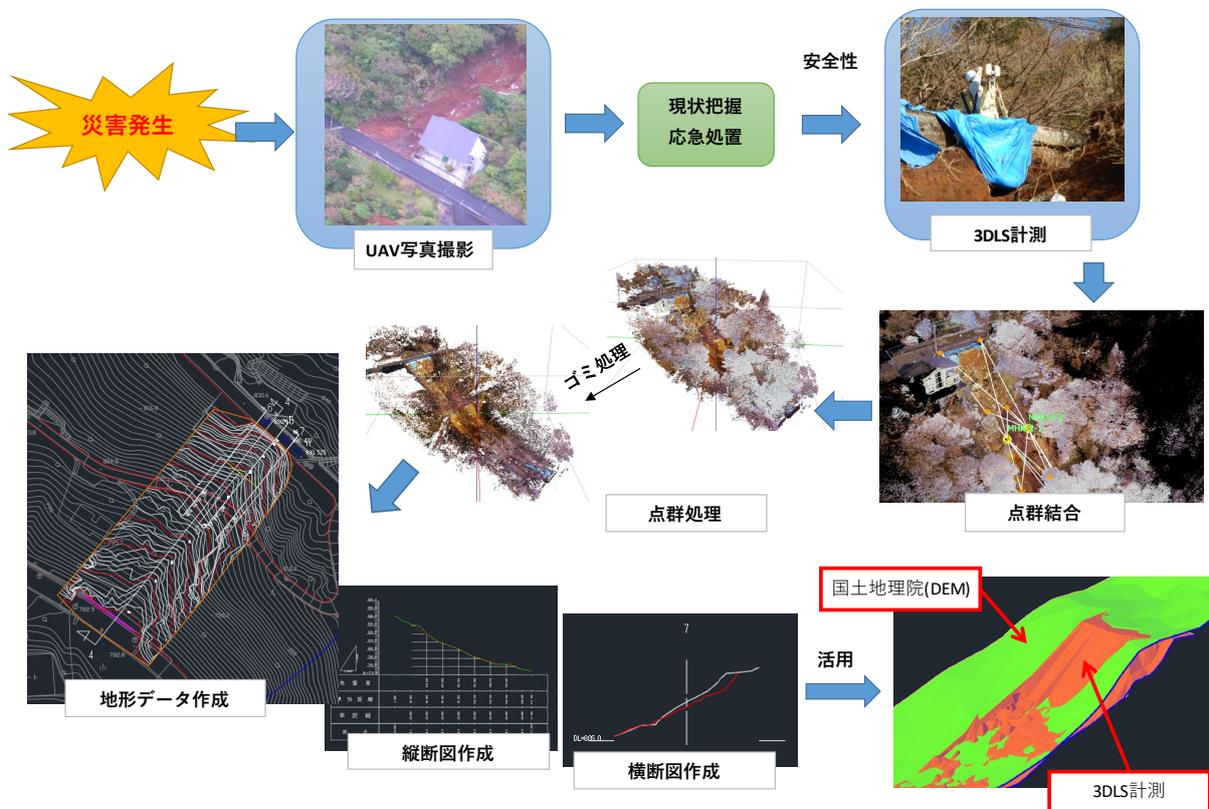
## 2. 採用の効果

表1 在来手法との比較

| 測量区分 |    | TS・レベル測量 |      |      | UAV・3DLS |      |       |
|------|----|----------|------|------|----------|------|-------|
|      |    | 従事者数     | 作業日数 | 人工   | 従事者数     | 作業日数 | 人工    |
| 現地踏査 |    | 3人       | 2日   | 6人工  | 2人       | 0.5日 | 1人工   |
| 地形測量 | 外業 | 2人       | 10日  | 20人工 | 3人       | 3日   | 9人工   |
|      | 内業 | 1人       | 3日   | 3人工  | 1人       | 3日   | 3人工   |
|      | 小計 |          | 13日  | 23人工 |          | 6日   | 12人工  |
| 縦断測量 | 外業 | 3人       | 2日   | 6人工  | 0人       | 0日   | 0人工   |
|      | 内業 | 1人       | 2日   | 2人工  | 1人       | 0.5日 | 0.5人工 |
|      | 小計 |          | 4日   | 8人工  |          | 0.5日 | 0.5人工 |
| 横断測量 | 外業 | 3人       | 5日   | 15人工 | 0人       | 0日   | 0人工   |
|      | 内業 | 1人       | 3日   | 3人工  | 1人       | 0.5日 | 0.5人工 |
|      | 小計 |          | 8日   | 18人工 |          | 0.5日 | 0.5人工 |
| 合計   |    |          | 27日  | 55人工 |          | 7.5日 | 14人工  |

※現地踏査はUAVで実施、パイロット・監視人の2名体制・地形測量は3DLSで計上

作業日数は19.5日、従事する人員は41人工の効率化省力化が図れる。また早期の現地立入りが可能なため、測量の乗り込みは最低1週間以上早くなる。



## 3. 課題

使用する機械設備に費用を要す。また人的教育に時間を要す。

# 大豊建設株式会社

## ICT と BIM/CIM を活用したニューマチックケーソンの DX

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## リアルタイムでのケーソン姿勢計測

### 1. 事例概要

これまでのケーソンの姿勢管理では、測量担当者により日々の沈下が完了した後に測量していたため、ケーソンの姿勢把握と沈下掘削管理には時差があった。そこで新たに、自動追尾型トータルステーションを用いた自動計測システムによりリアルタイムでケーソンの姿勢を把握する。

### 【機器・技術のスペック】

#### 1) 姿勢管理システム

使用する機器は、レーザー距離計、傾斜計がある。

足場に設置したレーザー距離計によりケーソン躯体天端の測点を計測したデータと、ケーソン躯体に設置した傾斜計で計測したデータにより、傾斜角度（X 軸、Y 軸）、刃口 4 点の相対高さ（沈設量差）、鉛直変位（刃口深度）を算出する。

#### 2) 測位システム

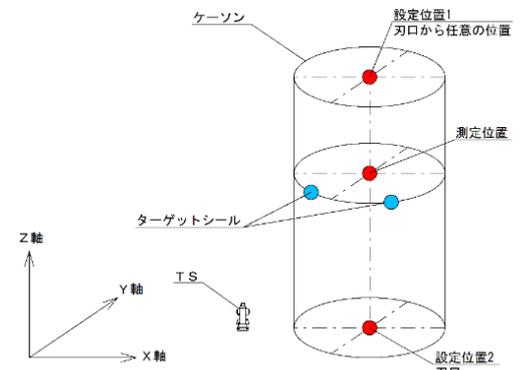
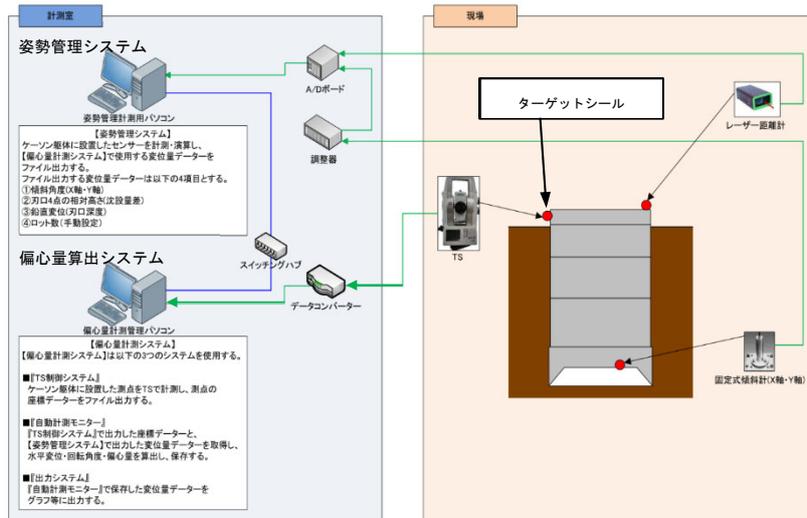
使用する機器は TS がある。

ケーソン躯体天端側面の 2 箇所にターゲットシールを設置し、TS で計測を行い、ケーソンの平面変位、回転角度（Z 軸）を算出する。

ターゲットシールは、躯体のロットごとに盛替えを行う。

#### 3) 偏心量算出システム

上記システム 1) で取得した変位量データと、システム 2) で取得した座標データにより、ケーソン躯体の姿勢を自動で算出し、グラフ等に出力しリアルタイムで確認ができる。

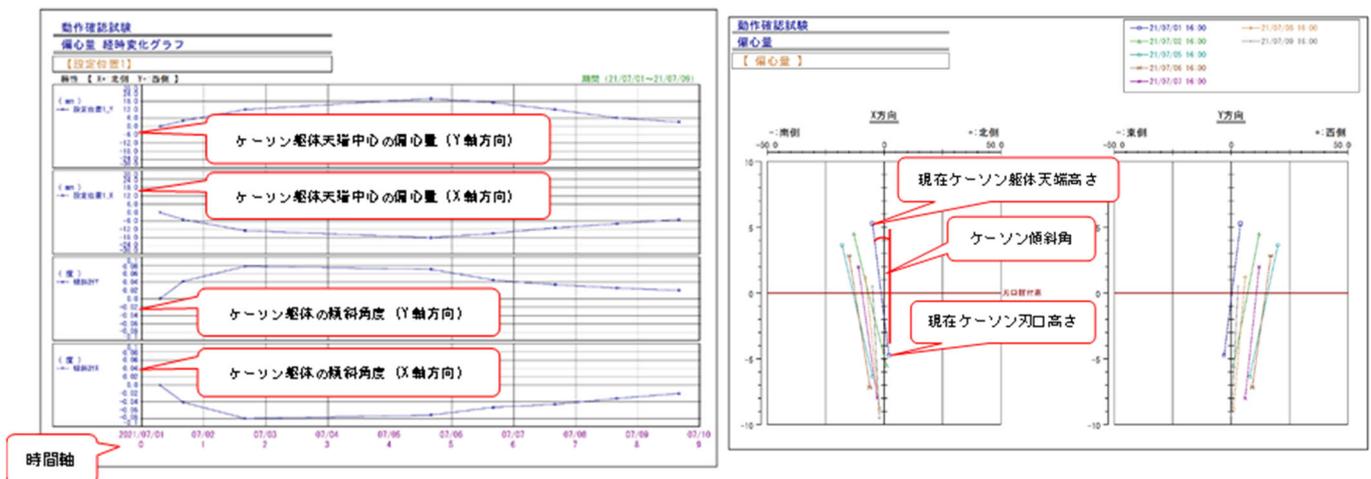


## 2. 採用の効果

- ・ケーソンの姿勢がリアルタイムで確認できるため、掘削時に姿勢の状況に応じ適宜対応可能である。
- ・従来掘削終了時に行っていた測量およびそのデータ整理が必要なくなったため、職員の生産性向上に寄与している。
- ・ケーソンの経時変化が確認でき、グラフ表示することで次ロットでの掘削方向等の指針となる。

## 3. 課題

- ・計測時に、支障物（足場）により計測不可になることがどれくらいの割合で発生するかを検証し評価する必要がある。
- ・自動追尾での計測であるため、システムエラーやトータルステーションの故障による測量誤差等により計測精度が悪くなった時も発覚しにくいいため、チェック機能が別途必要になると考える。



ケーソンの姿勢の経時変化をグラフ表示

# 株式会社竹中土木

## 簡易測量アプリ「位置プラス 測」

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 施工管理業務の生産性を向上する簡易測量アプリ

### 1. 事例概要

本技術は、GPS センサと気圧計を搭載したタブレット端末上で動作する屋外用簡易測量アプリである。事前に登録した設計、施工図面上に自分のいる位置、向いている方向を表示する。また、現在地の座標も画面上に表示されており、任意のタイミングで記録することができる。本技術を使用することで、測量機器を用いることなく簡易に現地測量が行える。また、施工管理員や作業員とのイメージ共有のツールとしても使用できる。

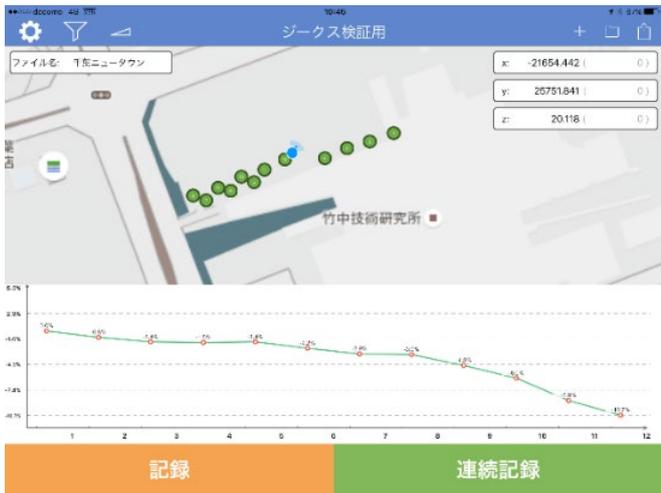
#### 【機器・技術のスペック】

本技術はタブレット端末ひとつで、現在いる場所の情報（設計情報、座標）を取得できる簡易測量アプリである。座標の記録方法には単独記録と連続記録がある。単独記録は現在地の座標を一度だけ記録する方法で、連続記録は記録を開始してから停止を押すまでの間、設定した時間間隔で座標を記録し続ける方法である。また、記録した座標データから、アプリ内で縦断図をワンタッチで作成することができる。



X Y座標の計測精度は端末に搭載されている GPS に依存し、Z座標は気圧の変化量からタブレット端末の移動高低差を算出している。そのため、高さの分かっている基準となる場所で高さのキャリブレーション

ションすることで、高さの計測もできるようになる。1m以下の精度でXY座標を計測したい場合は別途小型のGPS端末を合わせて携行することで対応可能となる。



縦断面図作成



従来の施工計画



本技術を用いた施工計画

## 2. 採用の効果

- ① タブレット端末だけで簡易な測量ができる
- ② 施工イメージの共有が現地で簡易にできる（作業指示、立会）
- ③ 伐採ラインの位置だしや仮設道路の計画がタブレット端末だけでできる
- ④ タブレット端末を携帯するだけなので、両手が空いた状態で移動、作業が可能となり、安全性が向上する
- ⑤ 図面データや測量データはクラウドにアップロードされ、データ（図面、現地状況）の共有できる
- ⑥ 現場巡回中等の咄嗟のタイミングで、すぐに測量ができる

## 3. 課題

測量精度が端末のGPS精度に依存するため、用途を考えてアプリを使用する必要がある。近年、外付けのGPS端末も高精度（±10mm以下）で安価なものが出てきているが、まだ、携帯用とまでは言えない。今後はより高精度で携帯性の高い外付け端末との連携を進めていくと共に、より便利で使いやすいアプリになるように改良を進めていく。

## 高精度 UAV 測位システムを用いた UAV 写真測量

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## UAV 写真測量における標定点設置作業の省力化

## 1. 事例概要

大規模土工事現場では、土量管理および出来形計測に UAV 写真測量を適用するケースが増加している。UAV 写真測量の要求精度は「UAV を用いた公共測量マニュアル(案)」より $\pm 50$  mm であり、精度確保には多数の標定点（写真測量のための基準点）が必要となる。計測対象が広範囲で標高差が大きい現場では、標定点の設置および測量に時間を要していた。

UAV 測量においてさらなる省力化を図ることを目的として、PPK 測位方式（後処理キネマティック）を用いた UAV 写真測量を導入した。PPK は、GNSS 衛星から取得した位置情報を記録、後処理で電子基準点のデータで補正し、高精度な位置情報を取得できる測位方法である。PPK 測位方式では標定点の設置が任意となっており、従来の測量方法より標定点の設置数を大幅に削減することができる。

## 【機器・技術のスペック】

本事例で使用した機器・ソフトウェアを以下に示す。

- ・ UAV 機体：DJI Inspire2（図 1-1）
- ・ PPK ユニット：KLAU PPK ユニット（図 1-1、図 1-2）
- ・ PPK 処理ソフトウェア：KLAU PPK-JDesktop

作業手順は、UAV 機体に PPK ユニット（GNSS モジュールとユニットボックス）を取付け、従来方法と同様に写真を撮影する。撮影完了後に GNSS モジュールで取得した位置情報のログを PPK 処理ソフトウェアで読み込む。ソフトウェア内で電子基準点のデータの取得、位置情報の補正、撮影写真の位置情報の書換えまで行い、SfM ソフトで 3 次元点群データ化する。従来方法と異なり、撮影写真に高精度の位置情報を持たせているので、SfM ソフト上で行っている標定点と座標の位置合わせ作業を削減することが可能となる。



図 1-1 UAV 機体+PPK ユニット



図 1-2 PPK ユニット

## 2. 採用の効果

PPK 測位方式の精度検証のため、約 20 ha の現場を対象として従来方式と PPK 方式でそれぞれ UAV 写真測量を行った。飛行機体、飛行経路は同一条件とし、PPK 方式のみ PPK ユニットを取付けて測量した。現場に設置した標定点は全 29 点で、その内の数点を検証点として 3 次元点群データ化の処理をした（図 2-1、図 2-2）。

従来方式では標定点を 26 点、検証点を 3 点として処理を行ったところ、平均の精度誤差は 15 mm であった。一方、PPK 方式では標定点を 12 点、検証点を 16 点として処理を行ったところ、平均の精度誤差は 25 mm となった。どちらも要求精度 $\pm 50$  mm を満たしており、標定点の数を従来方式の半分以下での運用が可能である。

これまで標定点の設置・測量に半日程度の時間を要していたが、PPK 方式を導入することで標定点の設置作業時間を半分程度に省力化可能であることが確認された。

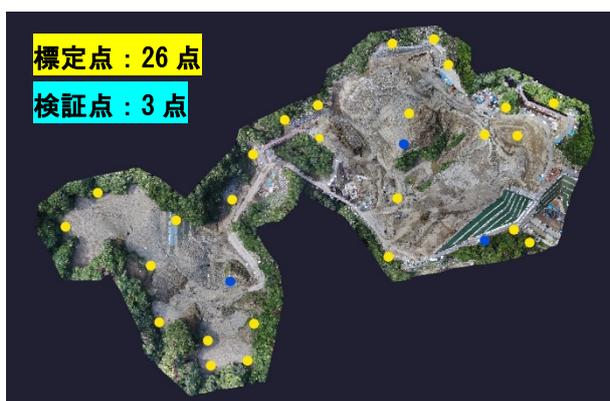


図 2-1 従来方式の標定点・検証点の位置

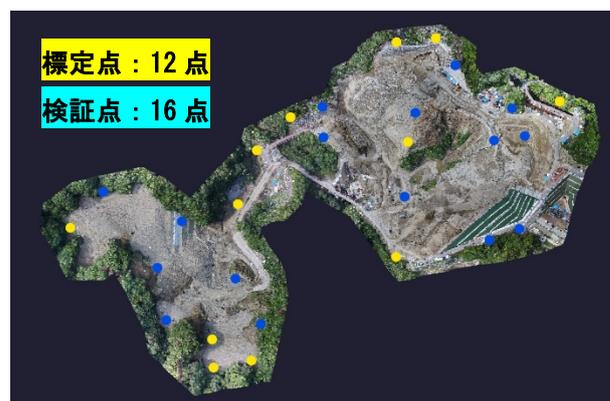


図 2-2 PPK 方式の標定点・検証点の位置

## 3. 課題

- ① PPK ユニットが高額
- ② フライト前の PPK ユニット取付作業、フライト後の位置情報のログ確認といった作業が増加
- ③ 現場の規模や目的によって得られる効果が異なる

全自動ドローン

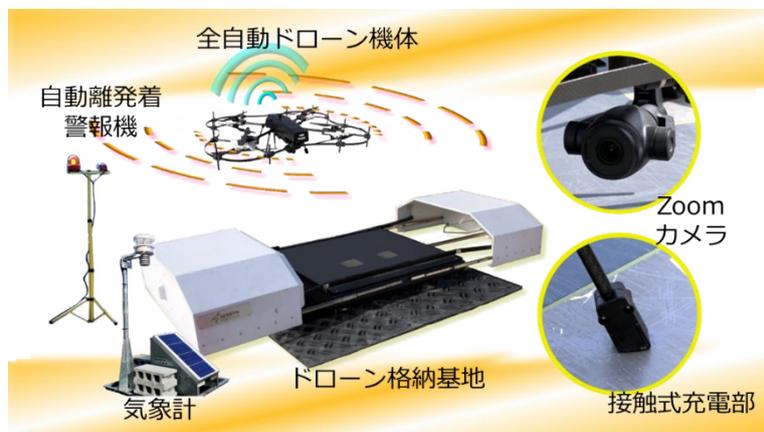
|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

建設現場内の測量と安全巡視を無人化

1. 事例概要

本技術は、自動離着陸、自動充電、開閉式ハッチなどを備えたドローン基地「DRONE HUB」と、建設現場での安全巡視ノウハウおよび、簡易ドローン測量が可能な「デイリードローン®」と標定点と呼ばれる測量用の目印を設置せず高精度な出来形計測が可能な「斜め往復撮影ドローン」の技術を組み合わせたシステムである。指定時刻に基地からドローンが自動的に離陸し、事前に指定したルートを通り、測量と安全巡視を実施後、自動で着陸し、充電を実行する機能を現場実用レベルまで向上させた。施工中の現場で、全自動ドローンにより1日当たり、安全巡視2回、写真測量1回の作業を1カ月間行った結果、出来高管理（測量から土量算出）に必要な業務時間を従来の1/4に短縮するとともに、従来は必要だったドローンの操作、補助に携わる人員2名が不要となり省人化できることも確認した。

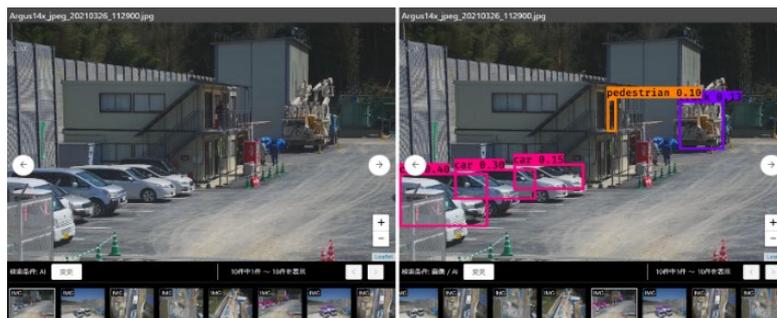
【機器・技術のスペック】



全自動ドローンシステム構成



全自動ドローン運用状況



自動安全巡視 AI 変状比較 (車両抽出)

## 2. 採用の効果

- ・ドローン飛行の操縦者と補助者（2名）が不要で100%の省人化
- ・現場の出来高測量と安全巡視業務の時短で効率50%アップ
- ・独自ドローン技術を導入した自動写真測量で出来高測量業務の時間を従来の1/4に短縮
- ・日々の出来高を土量推移で把握でき工事原価を適正管理
- ・空撮により日々の施工進捗が可視化されるため、施工計画の変更などにも即時対応可能
- ・自動安全巡視：AIを活用した対象物の自動抽出機能により撮影日の異なる同じ場所の画像を比較することで、現場の変化を把握しやすくするメニューも搭載し、安全巡視業務の高度化を実現

## 3. 課題

- ・ドローンの目視外飛行（監視有）は許可申請、完全な無人飛行には規制緩和が必要となる。

## 消波工の点群データを活用した取り組み事例

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 消波工の設計～維持管理業務の効率化と省力化を目指して

## 1. 事例概要

消波護岸の越波対策工事および防波堤の消波工の点検診断業務に点群データを活用した。

- ① 消波護岸の越波対策工事（維持修繕工事）における消波ブロック据付の施工計画立案。
- ② 防波堤の消波工の劣化度判定。

## 【機器・技術のスペック】

- ① 消波工 3次元点群を用いた消波ブロックモデリング

消波工の測量に UAV（Phantom4 Pro V2.0）、および GNSS 機能を搭載した対空標識（エアロボマーカー）を使用。消波工の 3次元点群データ化にエアロボクラウドおよび Terra Mapper を使用。消波ブロック配列に消波ブロックモデリング用にカスタマイズされた ClassNK-PEERLESS および AutoDesk Civil3D を使用。

- ② 消波工の劣化度判定

消波工の測量に UAV（Phantom4 Pro V2.0）、および GNSS 機能を搭載した対空標識（エアロボマーカー）を使用。消波工の 3次元点群データ化にエアロボクラウドおよび TerraMapper を使用。消波ブロックの劣化度判定に AutoCAD を使用。

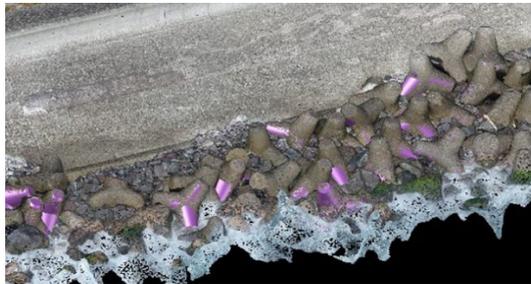
## 2. 採用の効果

消波護岸の修繕事業を対象とした施工計画立案では、工事関係者との打合せで完成予想の消波工 3次元モデルを活用することにより施工手順の理解が向上し、施工の効率化が図れた。

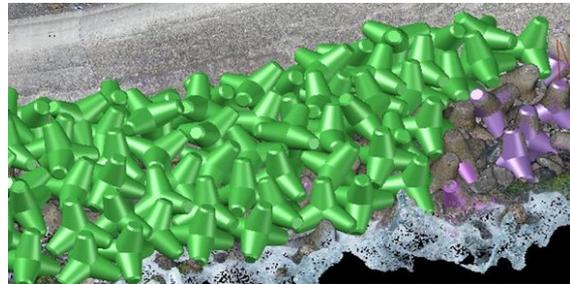
防波堤の消波工の劣化度判定では、従来の点検診断で行っていた、①特定のブロックに目印をつけて同一角度で写真撮影を行う、②スタッフで沈下量を測定するなどの必要がなくなり、安全性が向上したとともに、測量時間も約 3 時間/km と従来測量よりも大幅に短縮できた。また、消波工の劣化度判定を客観的に評価できた。

### 3. 課題

- ・消波ブロック据付作業における日々の施工管理への活用。
- ・消波ブロックモデリング作業時間の短縮。
- ・CIMモデルへの活用。



(a) 消波工の既設点群



(b) ソリッドモデル配置による完成予想図

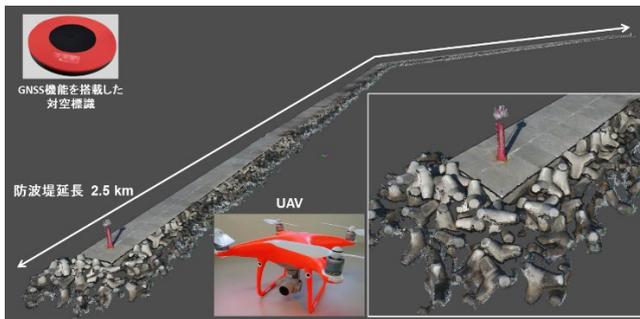


(c) 消波工完成後の点群

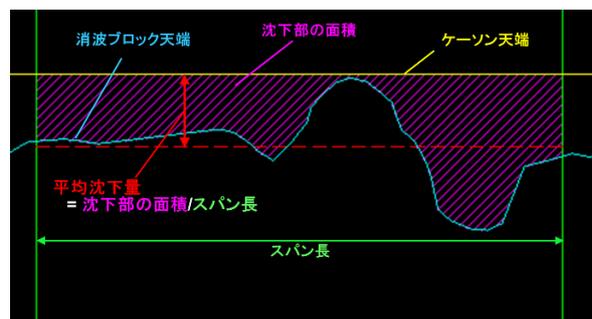


(d) ソリッドモデル配置による出来形図

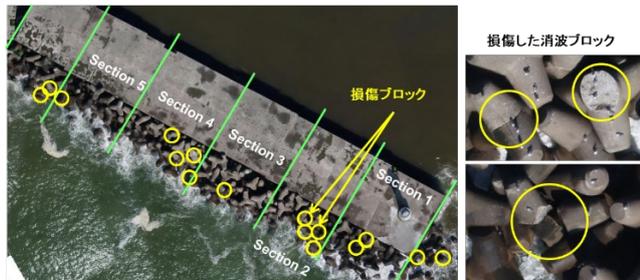
図-1 消波ブロックの3次元モデリング



(a) 防波堤の点群データ



(b) 消波ブロックの沈下量計算



(c) 消波ブロックの損傷個数計算

| 点検項目        | 点検診断結果      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |   |       |    |       |    |       |   |       |    |   |
|-------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|---|-------|----|-------|----|-------|---|-------|----|---|
|             | Section No. |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 集計  |    |   |       |    |       |    |       |   |       |    |   |
|             | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ... | 30 | a | b     | c  | d     | 合計 |       |   |       |    |   |
| 移動・散乱<br>沈下 | b           | a | c | b | b | c | c | b | c | a  | ... | c  | 2 | 0.067 | 11 | 0.367 | 17 | 0.567 | 0 | 0.000 | 30 | 1 |
| 損傷、折損       | c           | b | a | c | c | c | b | c | c | c  | ... | b  | 1 | 0.033 | 7  | 0.233 | 19 | 0.633 | 3 | 0.100 | 30 | 1 |

(d) 消波工の劣化度判定結果

図-2 防波堤消波工の劣化度判定例

## 3Dを用いた鉄筋の干渉チェックと設計変更協議

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） | 安全管理      |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 3D図面でより分かりやすく

## 1. 3D図面を用いて鉄筋の干渉度合いを事前にチェック

橋梁下部工の基礎杭鉄筋とフーチング下筋が干渉する可能性は、容易に想像つくものであるが、実際にはどの程度干渉し、鉄筋ピッチがどの程度のズレ、加工や配筋に変更が必要か否か、発注図面（2次元CAD）では解かりにくいものであるが、3次元化する事により容易に理解ができ、関係者（発注者、管理者、協力業者）に対し“見える化”による説明が可能で、相互理解も容易である。

## 【機器・技術のスペック】

3次元ソフト

AutoCAD（Autodesk社製品）

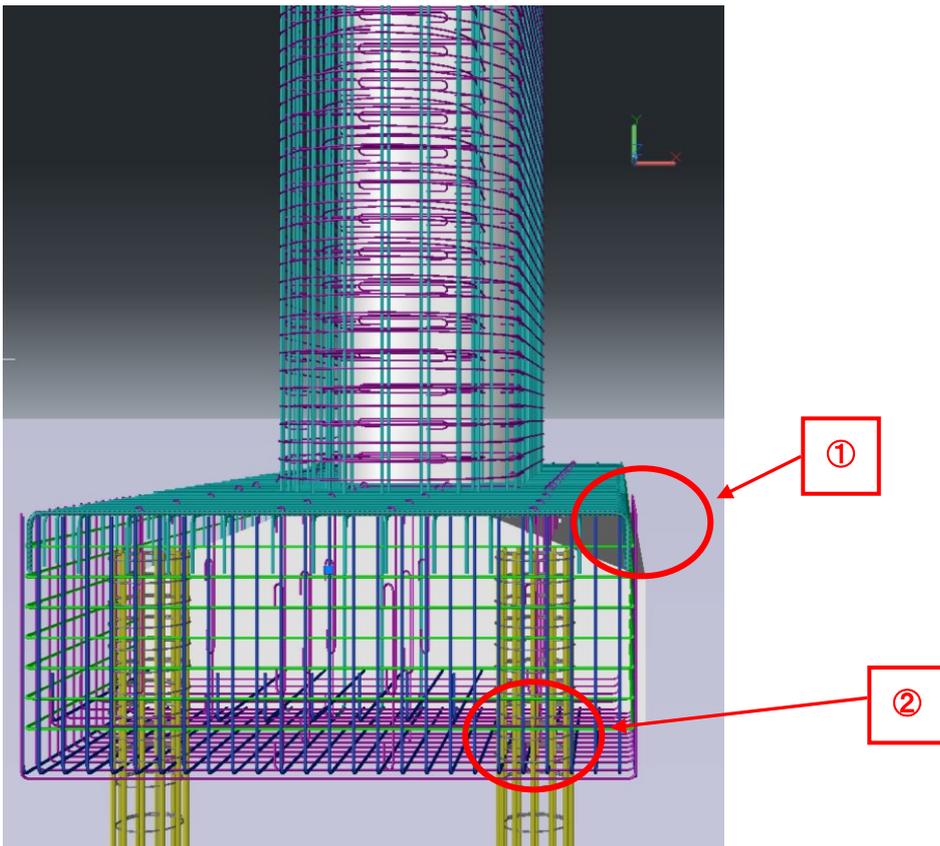
## 2. 採用の効果

3次元図面完成後、協議書レベルの書類作成・取りまとめから発注者の承認、鉄筋業者への通知まで凡そ1週間程度であった。

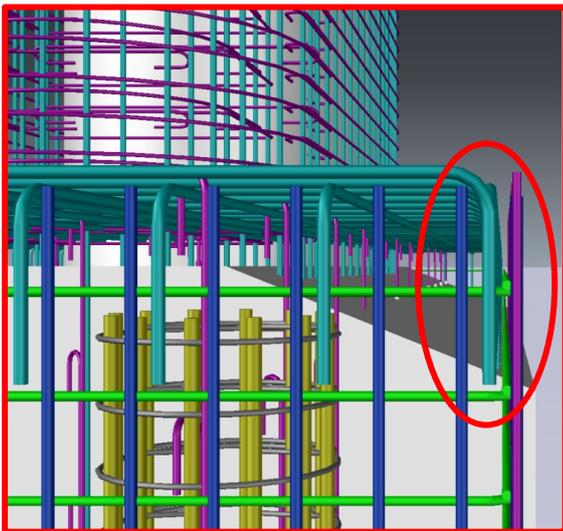
3D図面で明示するため、受注者、発注者、協力業者各々での理解も早いものであった。

## 3. 課題

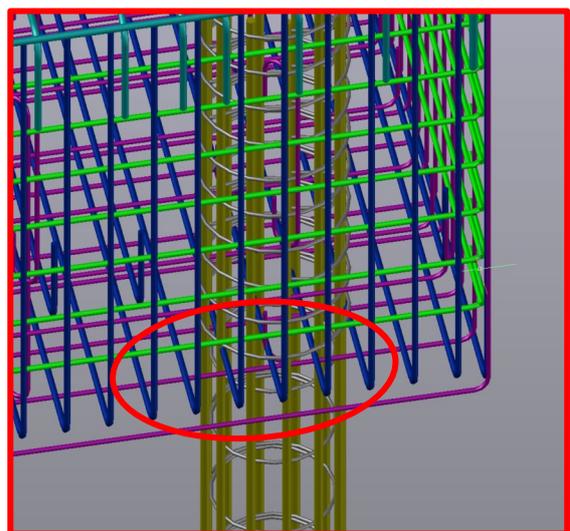
今回は、3D図面作成を外注とした。設計図書の3D化に対応する会社はまだ少なく高価である。設計段階で3D図面が活用されれば、発注前に対応できる内容も増えてくると思われる。現段階では2次元での発注図面となるので、3次元化する自社オペレーターの育成が今後の課題である。



3Dの鉄筋図面により、変更が必要な内容が事前に明確となる。



① フーチング上下鉄筋の結束  
ができない加工と判明



② 基礎杭主鉄筋（円形組立）とフーチング  
下筋（格子状）が干渉すると判明

| Gi-CIM   |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 地盤改良工事の見える化

### 1. 事例概要

地盤改良工事の見える化を目的とした BIM/CIM システム「Gi-CIM」を開発した。

専用のエクセルファイルに地盤改良形状に関するパラメータを入力するだけで、簡単に 3D モデルを作成できることが最大の特徴である。さらに、このエクセルファイルに施工管理情報を入力することで、3D モデル上で属性管理も行うことができ、これにより、エクセルを操作できれば施工管理に BIM/CIM を活用できる環境が構築できることになる。モデリング作業の省力化が期待できるシステムである。

この「Gi-CIM」を清田区里塚地区市街地復旧工事に適用した。この工事は、平成 30 年北海道胆振東部地震で被災した市街地の災害復旧工事で、地盤の液状化と流動化の再発防止のため市街地全体を地盤改良するものである。地盤改良工は適材適所で 2 工種を使いわけ、宅地部については変位の少ない浸透固化処理工法（薬液注入工法）、道路部については流動化の抑止効果が高い Mega ジェット工法（高圧噴射攪拌工法）を採用しており、難しい施工条件への対処、複雑・膨大な施工情報の管理のため「Gi-CIM」が活用された。

#### 【機器・技術のスペック】

「Netis: KTK-210009-A」を参照

### 2. 採用の効果

#### ①BIM/CIM を用いた削孔シミュレーション

宅地部の浸透固化処理工法の施工では、道路部からの斜め削孔により家屋直下の地盤を改良することから、様々な地中埋設物を交わすための高度な削孔管理が要求された。このため、地中埋設物を損傷させないための対策として、「Gi-CIM」を用いて削孔シミュレーションを行った（図-1）。適用の効果として、3D モデル上で安全な削孔ラインを検討できることに加え、計画変更後も依然としてリスクの高い削孔ラ

インの施工の際には、iPad 上に 3D モデルを表示し、現場の削孔オペレータに注意を促すことで安全性を向上させることができることを確認している。【品質・安全性向上】

### ②BIM/CIM を用いた市街地全体の地下水位の監視

地盤改良により地下水の流れが阻害され、地区全体の地下水位が上昇することが懸念されたため、施工中の地下水位の変化を監視する必要があった。観測井戸で計測した離散的な地下水位の情報を統合してコンター図を作成し、地盤改良工の進捗状況と合わせて統合管理した（図-2）。適用の効果として、多層的な管理情報を時間軸に沿って“見える化”することで、日常管理においては早期に異変を発見することができること、また、発注者との協議においては合意形成の支援ツールとして機能することを確認した。【安全性向上】

### ③BIM/CIM を用いた施工情報の一元管理

図-3 に清田区里塚地区市街地復旧工事の完成 3D モデルを示す。浸透固化処理工の出来形形状として 5,632 本の削孔ラインと 12,468 個の改良体と、Mega ジェット工の出来形形状として 963 本の改良柱をモデル化した。その他の属性情報として、施工日、薬液の注入量、薬液注入協会認定チャート紙の写真、一軸圧縮試験の写真や帳票等の情報も統合管理している。適用の効果として、多種多様で膨大な量の情報を扱い、3D モデルに属性情報として紐づけて管理することで、必要な情報に迅速にアクセスできることを確認した。また、「Gi-CIM」を用いることで、専門の技術者に頼ることなく、日常の作業と同等の負荷で BIM/CIM 運用できた。【生産性向上】

## 3. 課題

- ①施工機械との連携強化：リアルタイム化、ICT 施工を推進
- ②施工現場における利用用途拡大：現状の机上検討用途からの前進
- ③情報共有機能の整備：BIM/CIM ビューア機能を有する CLOUD システムの構築

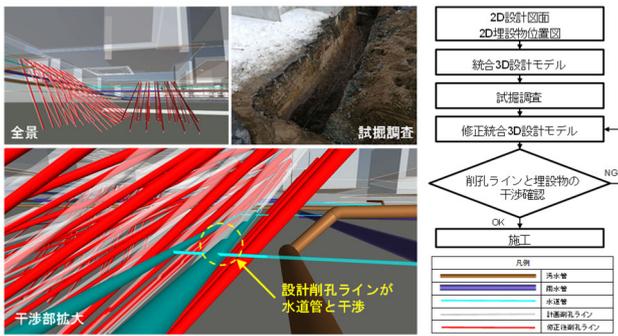


図-1 削孔シミュレーション

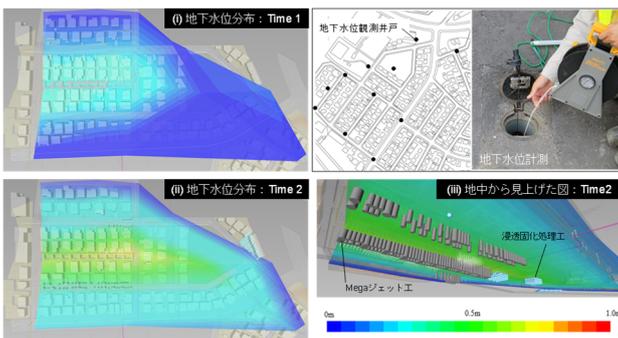


図-2 地下水位の監視

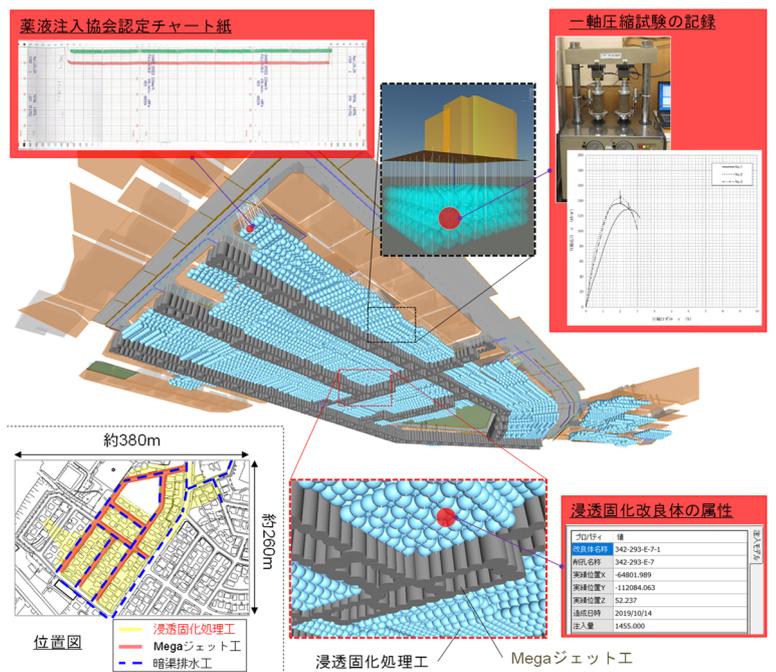


図-3 施工情報の一元管理

## 360° カメラ画像のバーチャルツアーによる現場状況の情報共有効率化

|          |            |            |           |            |
|----------|------------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量      | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律      | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場       | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 (SaaS) |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量         | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育)   | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上      | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 直感的な簡単な操作で、現場状況を再現し情報共有を円滑化

#### 1. 事例概要

現場定点写真を、全天球カメラ (360° カメラ) を用いて撮影し、位置情報を持たせることで現場版ストリートビュー (バーチャルツアー) を作成することができる。株式会社リコーが提供している SaaS (Software as a Service) を利用することで、現場の環境からでも簡単に作成ができる。平面図と写真がリンクして分かりやすく、定期的に更新することで進捗写真にも利用できる。作成したバーチャルツアーは、発注者との現場状況の情報共有によって、遠隔での打ち合わせ時に円滑な情報共有が可能である。現場状況を 360° 撮影し、共有することで安全管理、品質管理などにも寄与する。また、工事関係者以外の平面図などに慣れ親しんでいない一般の方々に対しても、QR コードを掲示物に貼付することで、直感的な案内方法として、バス停への誘導案内などにも活用している。



#### 【機器・技術のスペック】

カメラは、株式会社リコーの全天球カメラ「RICOH THETA (シータ)」シリーズを用いて撮影し、当社では、RICOH THETA V を使用して撮影している。カメラ自体の実売価格は、30,000~60,000 円/台程度 (シリーズによる) で市中の家電量販店でも入手できる。

また、バーチャルツアー作成のサービスは、「THETA 360.biz」を利用している。SaaS を利用したクラウドサービスであり、事務所 PC や現場のモバイル端末からの写真アップロードにより、クラウド上の 360° 写真で現場のストリートビューを容易に自作することが可能となる。撮影位置と平面図を紐付けることで、現場の状況を簡単に再現することができまる。また、画像の中に注釈を貼り付けることも可能で、パスワードをつけてアクセス制限も可能である。詳細については、下記参照。

- ・ 360° カメラ「RICOH THETA (シータ)」 <https://theta360.com/ja/>
- ・ バーチャルツアー作成「THETA 360.biz」 <https://www.theta360.biz/>



撮影状況：三脚を用いて、スマホからリモートでの撮影ができ、  
そのため撮影者が映らずに撮影することが可能

VR モードで空間内に入ることが可能



編集画面：ブラウザ上で操作可能

誘導案内のポスターに QR コードを貼付け

※URL でも入れます <https://r89594503.theta360.biz/t/4dd34038-300c-11ec-a27e-0ac78d0bad4f-1>

## 2. 採用の効果

- ・ 現場定点写真として保存しておく、死角のない非常に分かりやすい写真が撮れる。
- ・ クラウドに保存されるため、PC、タブレット、スマホなどどこでも確認できる。
- ・ なかなか現場へ来られない発注者や関係者に対する現場状況の説明がとても簡単になる。
- ・ 平面ではなく空間を撮影するため、どこで撮った写真か分かりやすくなる。
- ・ 普段簡単には入れない箇所を撮影しておく、計画時に空間を見れるので、現場への直接確認が大幅に減り、1-2 日程度書類の仕上がりは早くなった。
- ・ リアルタイムの必要性がない場合は、時間に縛られない「遠隔臨場」が可能となる。
- ・ VR ゴーグルでの閲覧も可能で、スマホのセンサと連動して、より臨場感のある画像の中で移動することも可能。
- ・ 一般の方にも、伝えやすくわかりやすい誘導案内を作成することができる。

## 3. 課題

- ・ 夜間時の照明などは、空間全体の明るさが必要となる。
- ・ ライセンスは、本社代表部署が管理して発行していますが、現場単位で自動化し一括管理できる仕組みを望む。

山岳トンネル CIM 総合管理システム

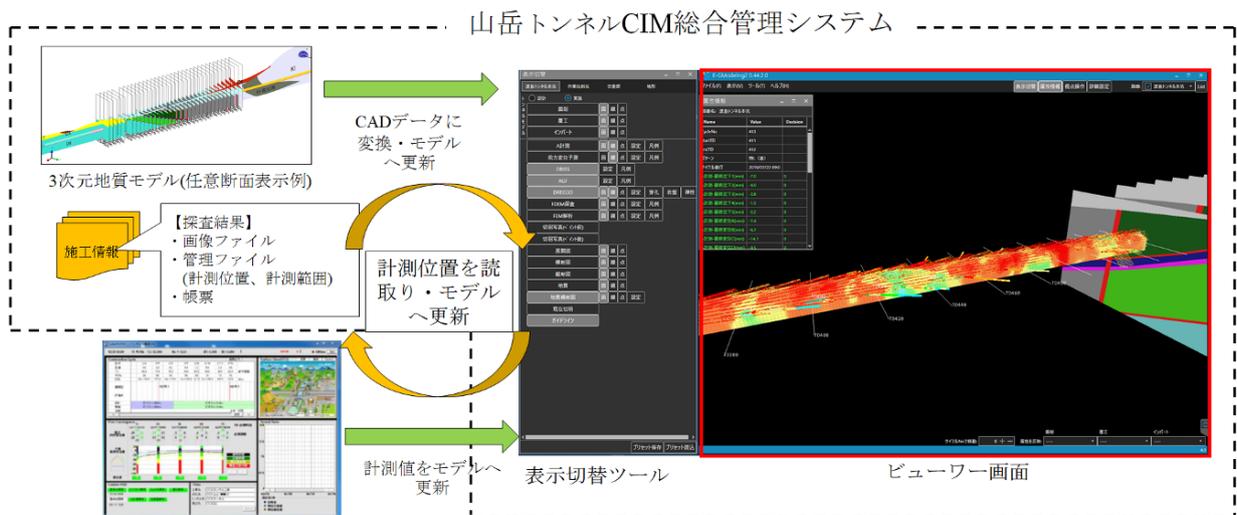
|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

各種前方探査・予測解析と CIM の統合による施工中の生産性向上

1. 事例概要

「山岳トンネル CIM 総合管理システム」は、山岳トンネル工事において、3次元地質モデルと削孔検層等を基に予測・解析した結果等を統合管理するものである。図-1 に示すように、事前調査等の予測・解析結果と進捗等の施工情報で構成し、必要な情報を各施工段階において一元的に管理できるシステムである。

本技術は北海道新幹線 渡島トンネル（台場山）工事（発注者：（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構）、越知道路新今成トンネル工事（発注者：四国地方整備局土佐国道事務所）他に適用している。



【CyberNATM】各種計測を日常管理  
・A計測データ(内空変位、地表面変位、切羽観察) 他

図-1 本システムの概要図

## 【機器・技術のスペック】

本システムは、既存の3次元ビューワーソフト「E-G Modeling」を基に、地質・計測・探査結果等の多様な施工情報の表示に必要な「インポート機能」、3次元モデルの表示切替や属性情報の表示が簡便な「表示切替ツール」及び「帳票出力機能」、動作遅延が少ないビューワー画面へ当社独自の機能を追加した。

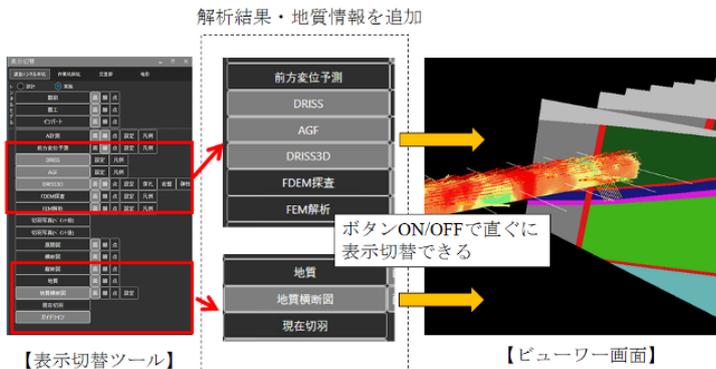


図-2 表示切替ツールによるビューワーへの反映例

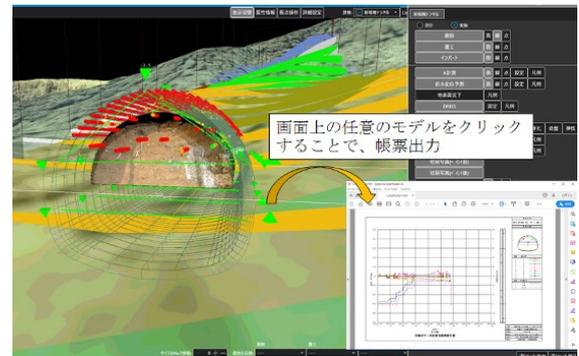


図-3 内空変位の帳票出力例

## 2. 採用の効果

### ①施工記録の更新・編集を簡略化

本システムの採用によって、管理ファイルから計測位置、計測範囲の指定だけで更新可能となり、従来よりも更新時の作業時間・手順を簡略化できる。

### ②計測管理業務の効率化

トンネル計測管理システムと連携し、3次元モデルに帳票を直接リンクし、計測点の現在値と経時変化を直ぐに把握することで、管理業務を効率化できる。

### ③岩盤強度の評価・判断を迅速化

前孔検層を基に3次元評価システム「DRISS-3D」で解析した岩盤強度分布と切羽観察写真を比較した結果、地質変化は概ね一致した。予想される断層区間を事前に評価し、補助工法の検討等、施工上のリスク回避への寄与に活用できる。

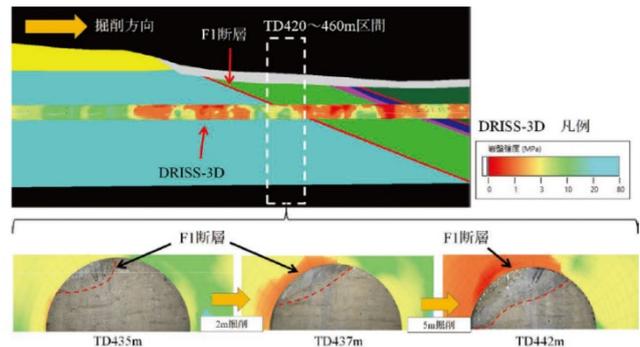


図-4 F1断層区間の岩盤強度分布と切羽写真の比較結果

## 3. 課題

地質モデルの修正が生じた場合、モデル全体を修正することになるため、多大な修正時間を要する。システム的には修正作業の省力化が今後の課題である。また、DXの観点からは、蓄積された様々なデータのどれを選択し、どのように関連付け、どう有効活用して次の工事に活かしていくのかということも重要な取組課題として捉えている。個々の現場での高度活用をデータの利活用で全体最適化し、更なるリスク削減・生産性向上を目指して行きたいと考えている。

### 3次元地形データを活用した土工事の仮設排水システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 仮設防災システム

### 1. 事例概要

工事中の排水計画については、供用後の排水計画と異なり詳細設計が適切に行われておらず、経験的に排水管の位置や管径を決定していることがある。一方で、ICT 土工の導入に伴い UAV 測量などを用いた 3 次元地形データを比較的容易に取得することが可能となった。この 3 次元地形データを活用し、任意の取水点に集まる集水域を GIS (Geographic Information System) ソフトから簡易的に算出するシステムを構築した。このシステムを用いて、大規模造成工事における任意の取水点の集水面積と降雨強度から、工事開始前の仮設排水の計画及び工事中の仮設排水の検証を行った。

図-1 は工事開始前の当初計画における地形データと各取水点（緑丸：縦排水管）の集水域、図-2 は工事中の各取水点に対する集水域を示したものとなっている。当初計画（図-1）の取水点 3 か所 No. 8, 9, 10 に対して No. 13~19（図-2）の 7 か所に取水点を増設したことにより、工事中のより広範囲の集水域が取水点（仮設沈砂池）を介して放流されたことがわかる。

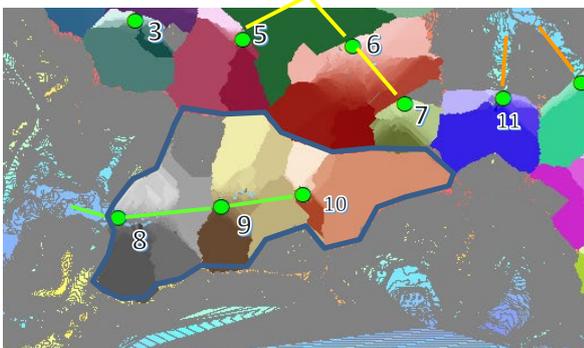


図-1 工事前の仮設排水及び集水域図

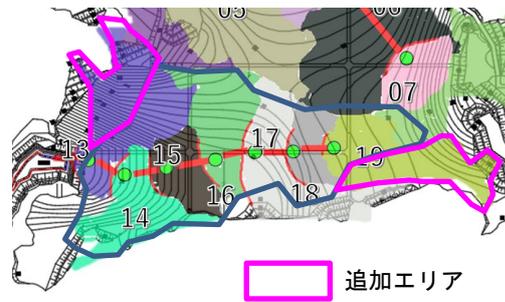


図-2 工事中の仮設排水及び集水域図

## 【機器・技術のスペック】

UAV 航空写真測量やレーザー測量などから生成した 3 次元地形データ (las データ) を用いて、GIS ソフトにより地形から任意の取水点の集水面積を抽出し、排水管の計画及び既設管の能力を検証する。また、自動で算出した取水点や集水域、貯水容量などの情報を CAD ファイルに出力する。

【動作環境】オペレーティングシステム：Windows10、CPU：2.2Ghz 以上（ハイパースレッティングまたはマルチコア推奨）、メモリ：最小 4 GB、推奨 8 GB

プラットフォーム：×86 または ×64、画面のプロパティ：24 ビットカラー

画面の解像度：1026×768 ピクセル以上（推奨）、ディスク容量：最小 4 GB、推奨 6 GB

## 2. 採用の効果

現況地形データ及び取水点（縦排水流入口）情報などを取り込むことで、降雨時の流域解析や取水点への流入量を合理式に基づいて算出し、沈砂池ごとの越流の危険度を時系列と共に数値化することで、合理的な計画立案の効率化（半自動化）を実現した。これにより、工事中の降雨による法面等への雨水流出に伴う土砂流出の低減を図ることが可能となる（図-4 参照）。

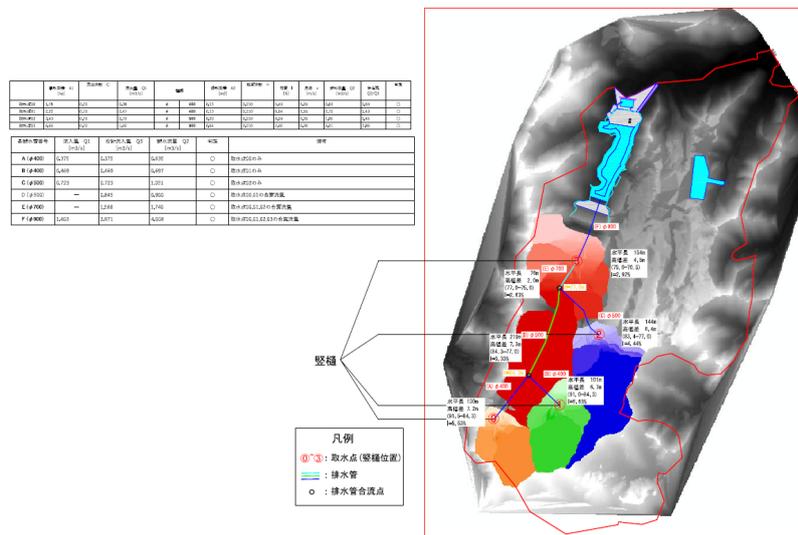


図-3 若手技術者作成による仮設排水計画例

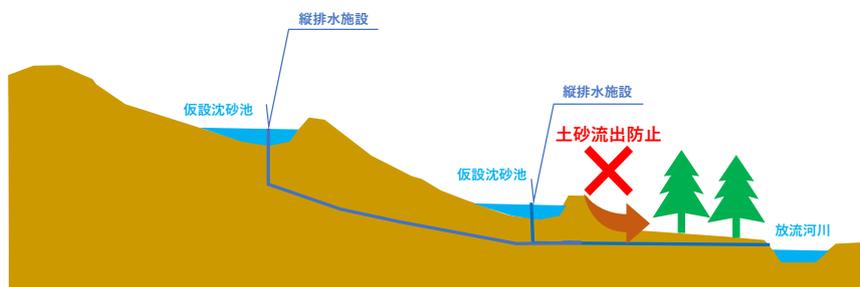


図-4 土砂流出防止イメージ

## 3. 課題

工事中の仮設排水計画は、現状では熟練技術者がおおまかに計画した配置計画に対して若手技術者が排水能力の検討を実施している。将来的には、工事中の仮設排水管の設置計画まで自動化可能なシステムの開発が期待される。

# 株式会社本間組

## パイプライン敷設工事における CIM 導入

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## CIM導入による施工管理の省力化

### 1. 事例概要

工事名：令和2年度 新潟港(西港地区)航路泊地付帯施設排砂管敷設工事

発注者：国土交通省 北陸地方整備局新潟港湾・空港整備事務所

工事場所：新潟県新潟市東区船江町1丁目地先

工期：令和2年9月14日～令和3年6月30日

当工事は新潟西港の新土砂処分場建設事業にかかる、浚渫工事用の排砂管（φ760mm）及び受台を延長487m設置する工事であった。排砂管の敷設ルートのは大半は、海岸護岸部沿いとなるが護岸前面の消波ブロック上に排砂管を敷設する必要があった。このルートの法線検討作業の省力化及び迅速化を図るため、当工事ではCIMモデルを活用することとした。

#### (1) 3次元起工測量

3次元起工測量は、現場は草木が繁茂している箇所があることに加え、消波ブロックや既設護岸の死角部分も極力3次元データとして取得するために、UAV搭載型レーザースキャナによる3次元起工測量を採用した（図-1参照）。

#### (2) 設計照査・設計変更協議への利用

3次元起工測量により取得した消波ブロックの点群データと、発注図を基に作成した排砂管及び護岸のCIMモデル（詳細度200）をソフト内で統合し、排砂管と消波ブロックの干渉チェックを行った（図-2参照）。



図-1 取得点群データ

上記を基に排砂管のルート修正を繰り返すことで、当初の計画ルートで27箇所確認された干渉箇所が、最終変更ルートでは6箇所まで減少することができた。干渉チェックの結果は干渉箇所の位置情報を持っていることから、そのまま設計変更協議資料として活用することができ、協議資料の効率化につながった。

**【機器・技術のスペック】**

Software Autodesk社製 Civil 3D, Navisworks  
 Hardware PC HighSpecPC

**2. 採用の効果**

従来方法とC I Mモデルを活用した当該工事実績の比較より、3次元起工測量を含むC I Mモデル導入効果を図-3に示す。

排砂管及び受台の位置決定までに要する日数及び人工についてはC I Mモデル導入により現地での測量作業が大幅に減少したことで、作業日数で約60%、人工で約70%の省力化となった。C I M設備（高性能パソコン、C I M関連ソフト）の初期費用を除いた経済性については、従来方法から約20%のコスト縮減となった。

**3. 課題**

C I Mモデル操作技術の向上及び技術者育成の継続・加速

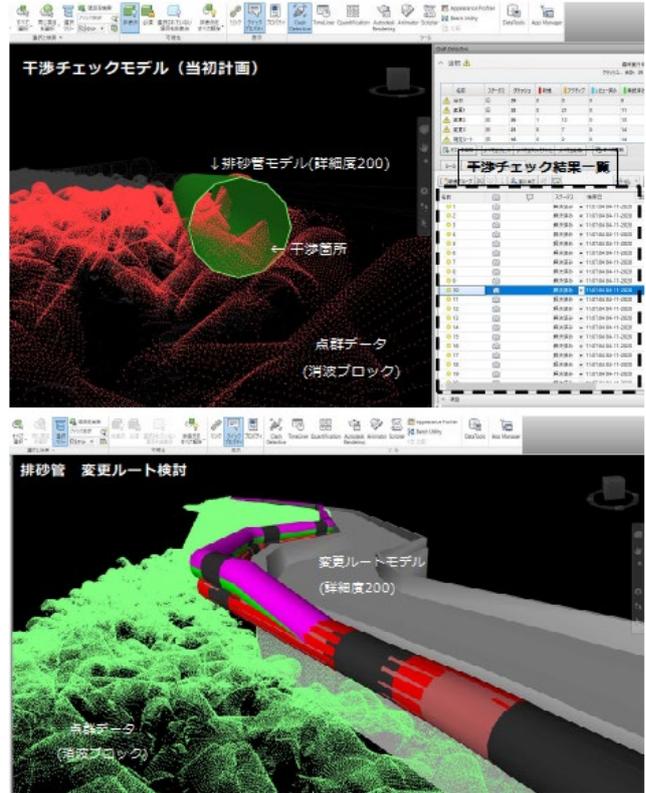


図-2 干渉チェック・ルート検討

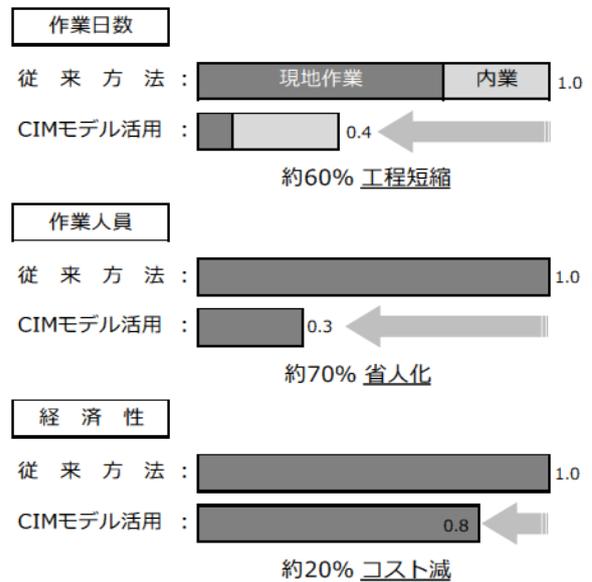


図-3 導入効果

## 3次元測量データ閲覧・共有プラットフォームによる遠隔臨場の展開

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

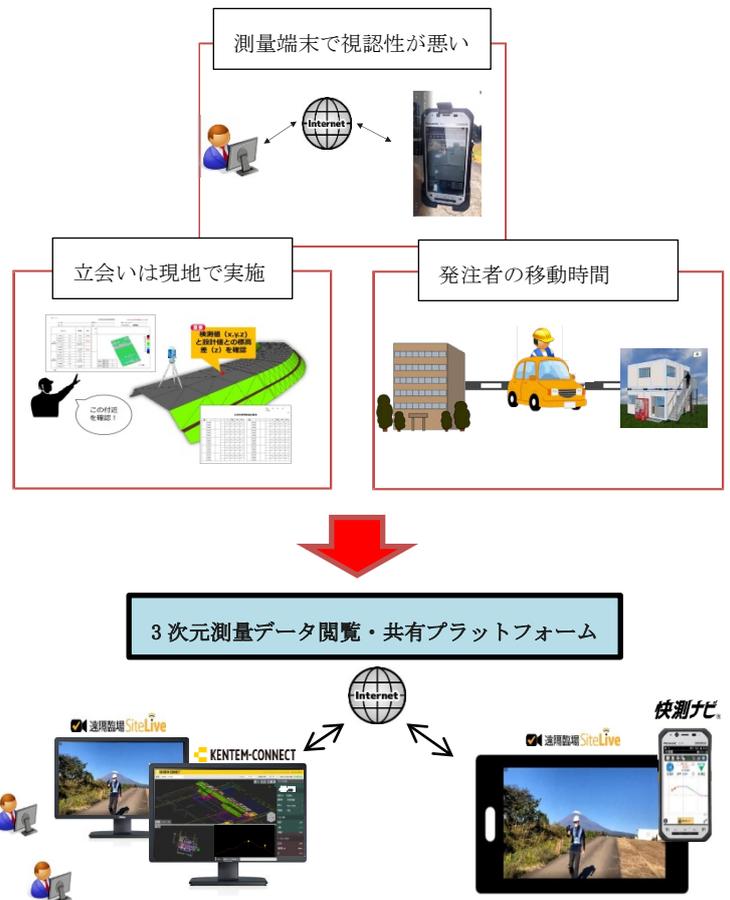
### 遠隔臨場の視認性向上、建設現場を省力化

#### 1. 事例概要

現状、測量における検査・立会いは原則現地で行うこととなっており、遠隔臨場が可能になった現状でも、Webカメラで撮影された計測端末画面の視認性は悪く、計測位置確認（プリズム位置）の信憑性確認は難しい状況にある。

上記の課題を解決するために、本技術では測量検査、立会いにおけるウェアラブルカメラ画像・音声に加え、測量端末で表示されている3次元測量の結果をWebを通じて、遠隔地でのPC画面上でリアルタイムに確認することが可能な3次元測量データ閲覧、共有プラットフォームを構築できる。

これにより遠隔からの測量検査、立会いの視認性を向上させて、出来形管理の検査、立会いに要する時間を短縮し検査の効率化が図れる。



## 【機器・技術のスペック】

| 種別                        | 名称                  | 規格<br>(バージョン等) | メーカー       |
|---------------------------|---------------------|----------------|------------|
| 3次元測量データ閲覧・共有<br>プラットフォーム | KENTEM-CONNECT      | Ver. 1.0       | (株) 建設システム |
| 遠隔臨場システム                  | SiTE-Live           | Ver1.02.00     | (株) 建設システム |
| クラウドシステム                  | KS データバンク           | Ver2.55.00     | (株) 建設システム |
| トータルステーション                | 杭ナビ                 | LN150          | (株) トプコン   |
| モバイル測量端末                  | 快測ナビ Advance 版      | Ver6.10.00     | (株) 建設システム |
| 3次元設計データ作成<br>ソフトウェア      | SiTECH3D            | Ver10.30.00    | (株) 建設システム |
| 出来形帳票<br>ソフトウェア           | デキスパート<br>出来形管理システム | Ver5.83.00     | (株) 建設システム |

## 2. 採用の効果

- (1) 遠隔からの測量検査、立会いの視認性が向上する。
- (2) 現地での出来形管理の検査、立会が不要になり調整や移動時間の削減につながる。

## 3. 課題

今回の技術を活かし、下記項目についても将来に向け検討を実施している。

- (1) 出来形管理帳票の削減

クラウド上で出来形管理図表データ等を閲覧可能にし、帳票作成作業の軽減とペーパーレス化を目指す。

- (2) 点群データの表示

PC 管理画面に点群データの表示し、3次元設計データと出来形点群データの差分表示を可能とする。



## 取遠隔臨場による Web パトロール

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## スマホと会議アプリを使用した Web パトロールの実施による生産性向上

### 1. 事例概要

コロナによる移動制限を受けて、本社・支店による現場の安全パトロールを、現場に行く人数を最小限に制限するために、スマホと会議アプリを併用した遠隔臨場によって Web で実施した。

#### 【機器・技術のスペック】

スマホは特に機器によらなかったが、映像と音声の同時処理を考慮して、出来る限りスペックが高いものが良い。また、手振れすると Web で見るほうが映像酔いするため、手振れ防止機器「OSM Mobile3combo」にスマホを取り付けて現場を撮影した。また、現場と本社・支店側が円滑に意思疎通するため、高性能のイヤホンマイクとコンプライ（イヤホンチップ）を取り付けて利用した。

会議システムは、「Webex」を利用したが、「Zoom」でも円滑に運用できることを確認している。

本社・支店側は、出来る限り現場の映像の臨場感を出し、細部まで大人数で確認できるように、70 インチ以上の大型モニタを設置した。小さなパソコンの画面だけでは、本格的なパトロールは難しいと思われる。



写真-1 手振れ防止機器

## 2. 採用の効果

本社、支店から大人数が移動する時間、経費を削減できた。

- ・参加人数×移動時間（現場による）
- ・参加人数×交通費（現場による）

短時間で実施できるため、スケジュール調整が比較的楽である。ただし、現場の方が操作に慣れるまでは、多少現場に負担がかかる。



写真-2 本社、支店、現場事務所との参加



写真-3 平面図等と合わせ現地のイメージ共有

## 3. 課題

現場が海上や山間部等、通信環境に実施の成否が影響される。ポケット Wifi の利用や、携帯のキャリアを変えることなどで対応しているが、今後も大きな課題となる。

また、当初は、パトロールの指摘箇所を振り返るのが問題であったが、その時点で Web 画面をキャプチャしておき、事後の講評時にその場面の映像を会議アプリの共有画面に掲載し、お互いが確認することで、より効率的かつ効果的なパトロールを実施できた。

## CIM 活用による協議の円滑化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 地中部を含めた現場状況の可視化への取り組み

## 1. 事例概要

設計照査や設計変更等の協議において CIM モデルを積極的に活用することで、協議を円滑に進めた。具体的には、発注者より受領した構造物 3D モデルに新たに点群測量した現況地形 3D データ、地層サーフェスデータ等を追加し、施工計画上の課題や支障箇所を可視化できるように抽出した。

## 【機器・技術のスペック】

3D 点群測量機器：FARO Focus-3D X-330（3D スキャナー）

点群処理ソフト：TREND-POINT

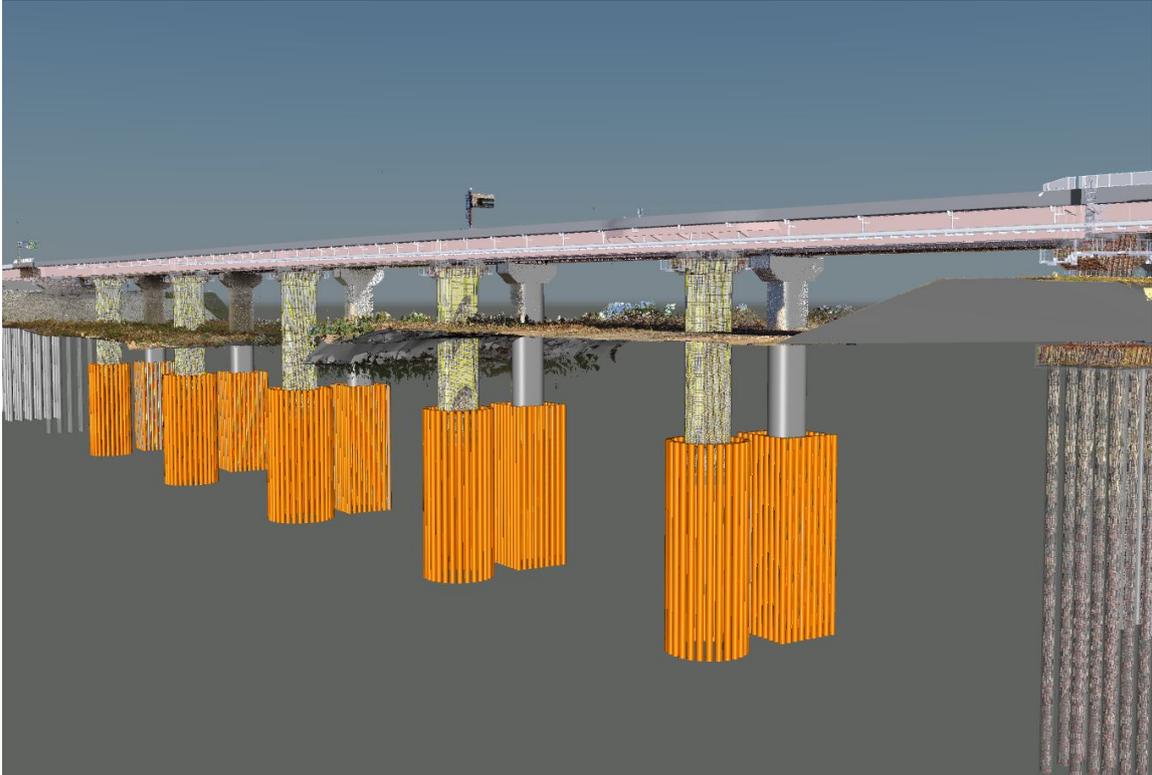
CIM モデル作成ソフト：Autodesk Civil3D, Navisworks

## 2. 採用の効果

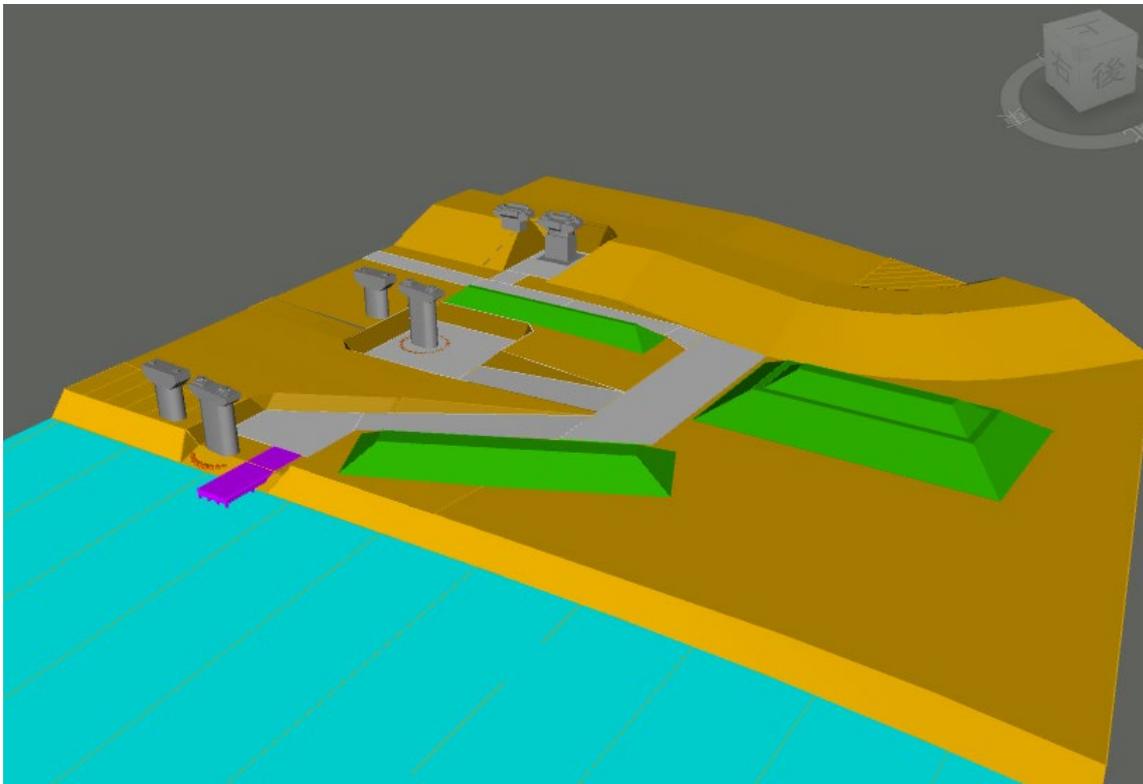
CIM モデルを活用することで、既設構造物との離隔や作業計画作成時の支障箇所などが可視化され、協議の円滑化がはかれた。

## 3. 課題

作成した CIM モデルを発注者と共有する際に、データ容量が大きく PC のスペックも高いものが求められるので、メール等でやり取りすることが難しい。



構造物モデルに点群測量データを取り込んで設計照査、協議に活用



施工イメージモデルの作成により計画の課題を抽出

## UAV 活用による出来形管理

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 空中写真システムによる土工事の効率的な施工管理

## 1. 事例概要

掘削範囲が広い（対象範囲：約 35,000 m<sup>2</sup>）ため、土工事の進捗管理を従来の方法（横断測量など）により実施すると、相当な労力と時間を必要とするが、定期的（1 回/週）なドローン測量を取り入れることで現状の土工出来形の進捗を半自動的に把握し、出来形管理の効率化をはかった。

## 【機器・技術のスペック】

技術名称：SMART CONSTRUCTION Drone・SMART CONSTRUCTION Edge 【NETIS：KT-190099-A】

## 2. 採用の効果

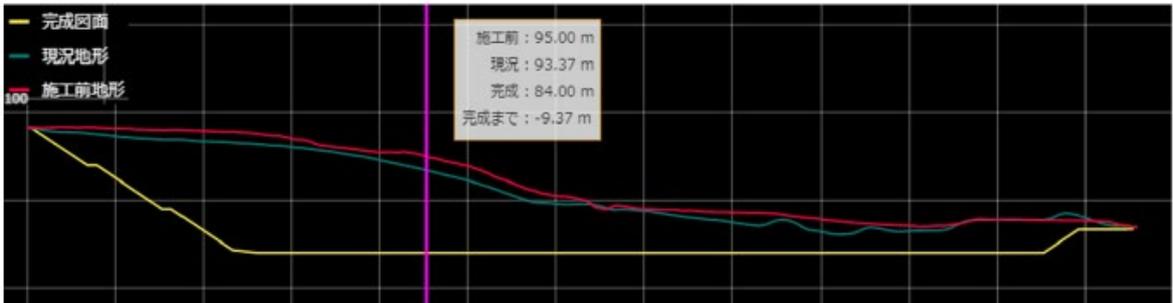
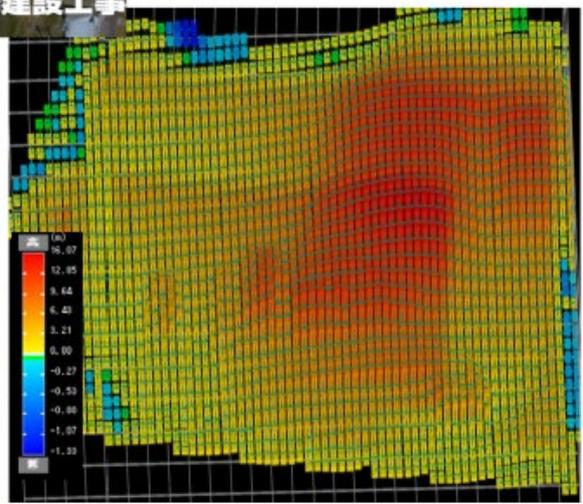
- ・従来の横断測量による出来形管理に比べて迅速に土工出来形を把握できる。（1 週間⇒20 分程度）
- ・半自動的に測量、施工土量計算、調書作成（ヒートマップ）を行える。
- ・進捗管理が容易になり、施工計画や工程管理に反映できる。

## 3. 課題

- ・風速 5m/s 以下での計測に限られる。また、雨天時は使用不可
- ・都市部では使用出来ない場合もある。
- ・コスト増となるので、効果との比較検討が必要（本現場においては、効果が十分にコストを上回ると判断した。）

(株)浅沼組 北上市北上工業団地終末処理場建設工事

工期：2021/03/22～2022/03/15



UAVによる出来形計測を活用したヒートマップや横断図の自動作成による土量の出来形管理  
(空中写真、土量ヒートマップ、進捗確認横断図)

## 情報通信システムの活用による生産管理の効率化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## コミュニケーションツールの活用による業務効率化と技能伝承

### 1. 事例概要

コロナ禍の行動規制や労働環境改善としてのリモートワークが推奨されている現状において、遠隔臨場による建設現場での生産管理が展開されている。通信システムによる臨場は、遠隔地における管理者とのリアルタイムでの情報共有で行動時間の短縮など大きな成果が見られる。しかし、通信ツールのみでのコミュニケーションでは意思疎通の深度化や通信記録のマニュアル化等のスキルアップへの効果には至らない。そこで、通常の遠隔臨場への適用を目的としている通信システムとともに、様々な情報のアップデートが可能なデータプラットフォームの活用により、業務効率化と技能伝承の活性化の取組みを行った。

#### 【機器・技術のスペック】

自社開発の生産管理システム「アイマップシステム」を構成する、通信システム（アイテック）とデータプラットフォーム（アイプラッツ）の併用により、遠隔地の管理者とのコミュニケーションを向上させる。通信システムおよびプラットフォームデータの閲覧は、汎用のスマートフォンで利用が可能である。

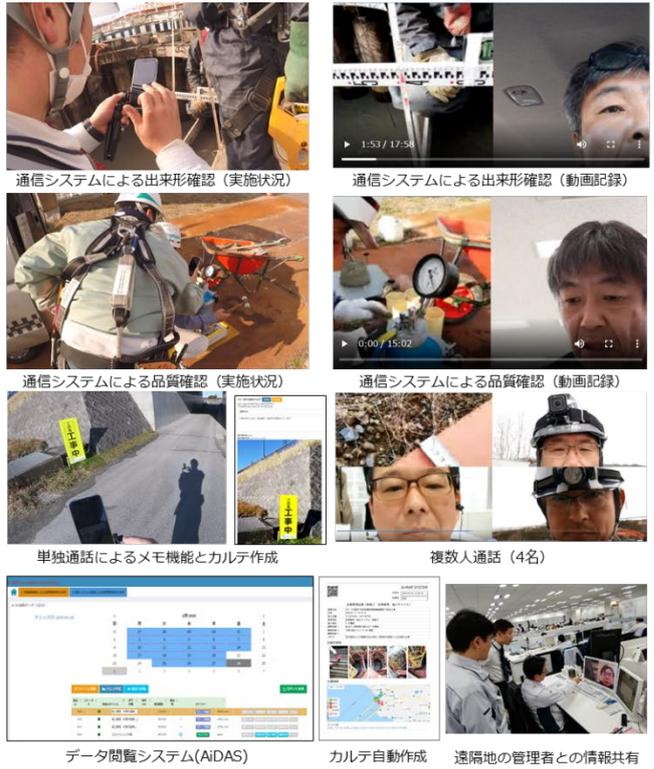
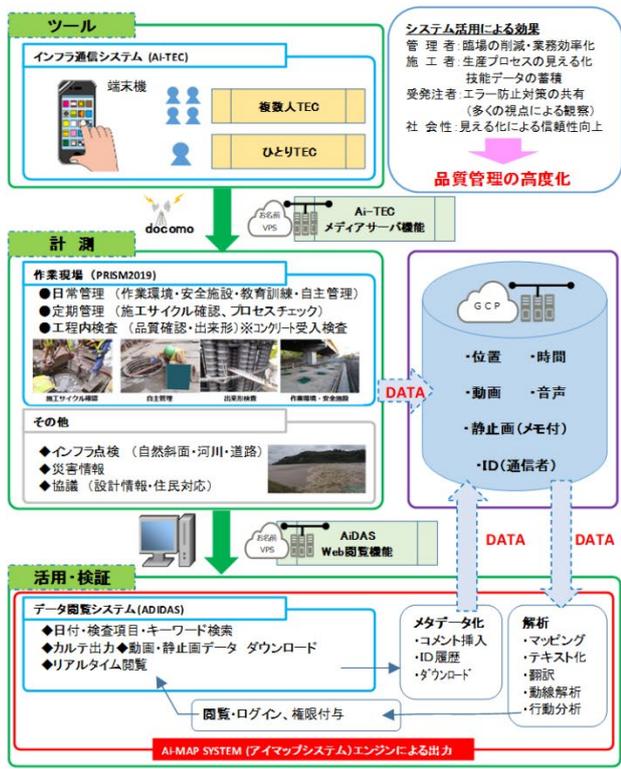
### 2. 採用の効果

様々な形式の情報をリンクさせることにより、設計情報を確認しながらの現場点検やリアルタイムの通信による臨場感のある情報共有が端末機のみで可能であるため、意思決定の促進やエラー要因の早期抽出など、品質管理の他、安全管理、教育訓練への活用が可能とある。

### 3. 課題

現場試行により抽出された課題として、①映像画角による確認精度の低下、②通常利用への浸透が挙げられる。①については、携帯端末機のみでは、出来形検査など広範囲を対象とする確認が不明瞭となる場合がある。その対策として、確認項目によりデバイス（デジタルカメラ、ドローン等）を組み合わせデータの統合により詳細な確認を可能とする機能の追加に取り組む。②については、外部データとのリンクや情報検索機能の精度向上、トレーニング式 Q&A の導入など利用意識を向上させるための機能の追加に取り組む。

#### ●通信システム（アイテック）



#### ●データプラットフォーム（アイプラッツ）



## 穿孔作業の集中管理による山岳トンネルの発破の高度化

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 穿孔作業の集中管理システム

#### 1. システム概要

本システムは、トンネル坑内に設置した中央制御室より施工データの集約から穿孔作業までの一連の発破の改善サイクル（図-1）を実践することで発破作業の効率化を図るものである。

発破の改善サイクルの実践にあたっては、中央制御室内に装薬孔の位置や掘削出来形、地質情報などの施工データを集約し、発破の評価および発破パターンの見直しを行う。そして、マシンガイダンス機能付きドリルジャンボ（以下、MG ジャンボ）を中央制御室から遠隔で操作し、修正した発破パターン通りに正確に穿孔を行うことで施工データを確実にフィードバックした発破作業を行う（図-2）。

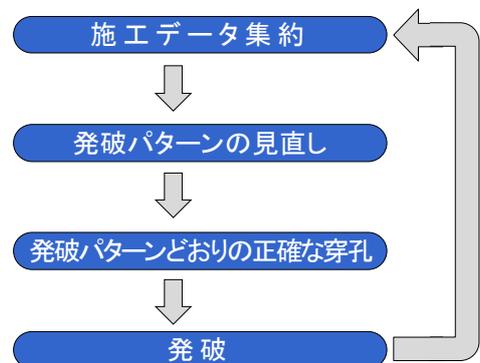


図-1 発破の改善サイクル

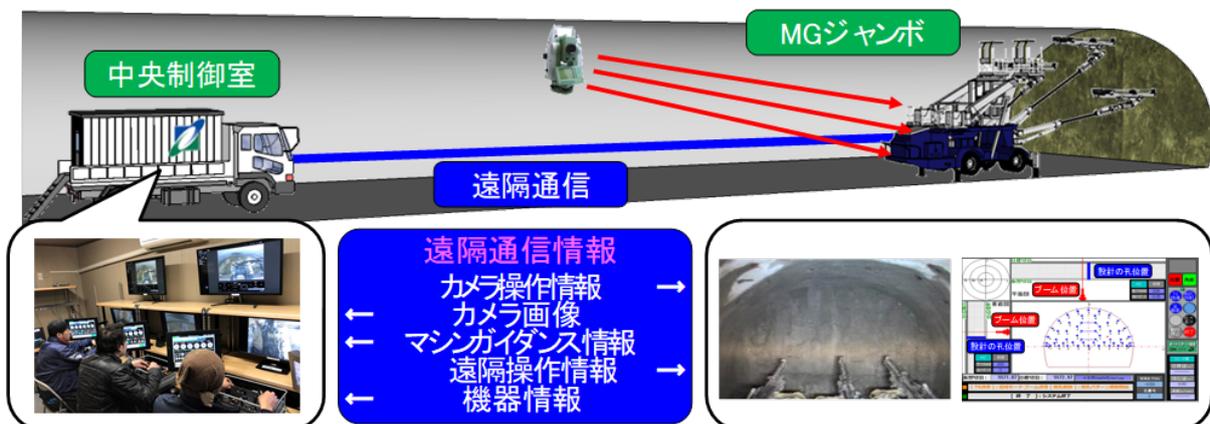


図-2 穿孔作業の集中管理システム

発破の評価にあたっては、装薬孔の位置と掘削出来形を CIM に一元的に表示することで穿孔数や火薬量の変更検討を行い定量的な根拠にもとづいて装薬孔の間隔や穿孔角度を算出する（図-3）。算出した装薬孔の間隔や穿孔角度を発破パターン作成プログラム（図-4）に入力することで施工データを反映した修正発破パターンを自動かつ短時間で作成することができる。修正した発破パターンは、ネットワークを通じて MG ジャンボに自動で転送する。

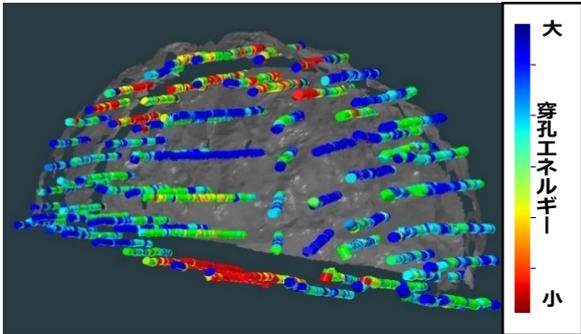


図-3 発破評価のための CIM

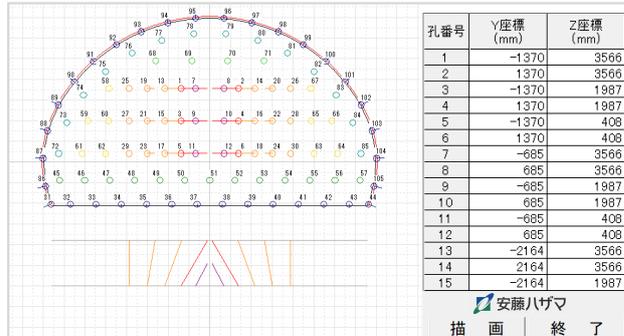


図-4 発破パターン作成プログラム

## 2. 本システムの運用によって得られた効果

本システムを国土交通省中国地方整備局発注の玉島笠岡道路六条院トンネル工事に適用し、効果の検証を行った。遠隔操作中の MG ジャンボを示す（写真-1, 2）。

本システムの適用により、取得した施工データにもとづいて、迅速に発破パターンの修正を行うことができ、次発破への柔軟な対応が可能であることを確認した。その結果、余掘り量については 20%程度、使用火薬量については 20%程度の低減効果も確認された。



写真-1 遠隔操作中の MG ジャンボ



写真-2 遠隔操作の状況

## 3. 今後について

本システムは、山岳トンネルの遠隔、自動化施工に向けた第一段階となる技術である。六条院トンネルでの運用においては、生産性向上効果の分析のみでなく、カメラや通信設備などの性能も確認し、遠隔作業による施工性や安全性向上に関する評価も実施した。

今回の取り組みで得られた成果をもとに、装薬作業やロックボルト打設といったその他の作業の遠隔、自動化技術の開発を推進し、将来的に山岳トンネル施工を中央制御室から一元管理することを目指していく。

## トンネルリモートビュー

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 山岳トンネル工事の坑内状況を可視化

#### 1. 事例概要

トンネルリモートビューは、トンネル坑内の任意の位置を視点として、360度方向にトンネル全線にわたる坑内の映像を閲覧できるシステムである。360度方向の映像が取得可能な360度カメラ、トンネル坑内を走行する車両、車速センサ、データの変換・閲覧を行うパソコンから構成される(図-1)。データの閲覧は専用ソフト上で行うほか、連携する専用のクラウドサービスで所得したデータを共有することで、ウェブブラウザを介して専用のソフトがない環境でも閲覧できるようにすることも可能である。閲覧画面でスライダーをドラッグすることでトンネル坑内の任意の位置に移動し、画面をドラッグすることで視点が回転し、360度任意の方向の映像を確認することが可能である(図-2)。

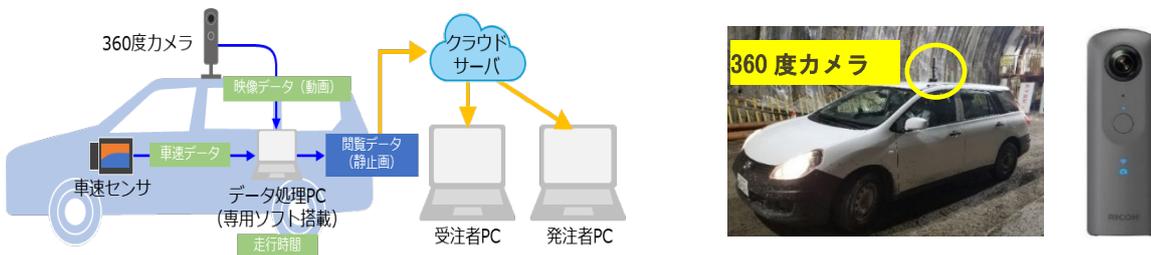


図-1 トンネルリモートビューのシステム構成



図-2 専用ソフトにおける閲覧画面

### 【機器・技術のスペック】

- ①360度カメラ：RICOH THETA V
- ②車速センサ：OBD2
- ③データ処理PC：メモリ 8GB 以上の Windows パソコン

## 2. 採用の効果

映像データを専用のクラウドサーバにアップロードすることで、どこからでも工事の進捗やトンネル坑内の詳細な状況を把握できるようになる。これにより、坑内全線の進捗と資機材の在庫状況を短時間で把握できるとともに、本システムを作業打合せ等で活用して円滑に作業指示をすることが可能となり、これらにかかる時間を縮減することができる（図-3）。

また、本システムを活用することで、本支店や発注者等の関係者がトンネル坑内状況を定期的に確認することができるようになり、パトロールや出来形確認などの省力化による移動時間の削減といった労働生産性の向上効果に期待できる。



図-3 システム活用のイメージ

## 3. 課題

現状のシステムでは、覆工コンクリート表面のあばたや剥離、目地部のひび割れなどの詳細な出来栄については確認できていない（図-4）。これについて、360度カメラの解像度不足や照度不足、撮影時の計測車両の振動などが要因と考えられ、性能の向上が今後の課題である。

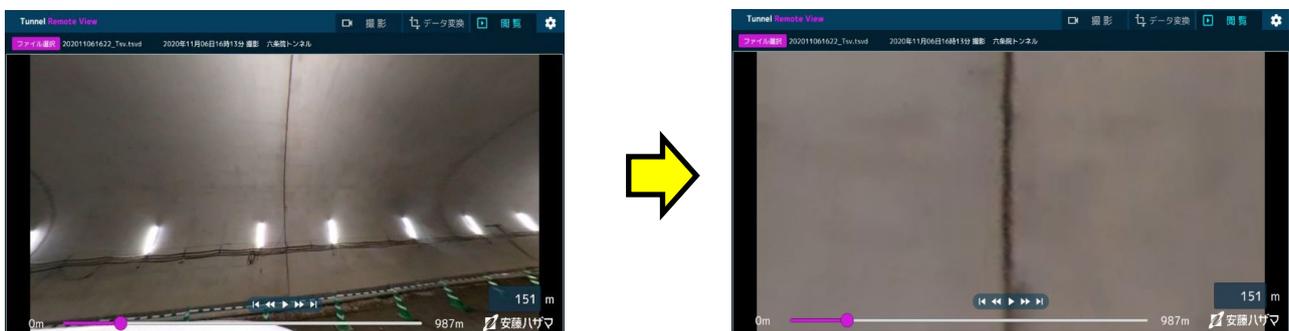


図-4 覆工コンクリートの出来栄確認

## 4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 映像進捗管理システムによる出来高・進捗管理の DX

## 1. 事例概要

岩手県発注の二級河川大槌川筋大槌の1地区ほか河川災害復旧（23 災 617 号及び 622 号）水門土木工事のうち防潮堤盛土工事において、現場に 4K 定点カメラを設置し、映像上に設計・施工の三次元データを重畳表示することで、出来高・進捗管理を行ったもの。また、建機検出 AI により、ダンプ台数などの歩掛管理を可能とした。

本システムの開発および試行は、国土交通省の 2019 年度「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」（PRISM）の業務であり、安藤ハザマを代表者とする映像進捗管理システム開発コンソーシアム（構成員：日本マルチメディア・イクイップメント、富士ソフト、計測ネットサービス、宮城大学）で実施したものである。

## ・代表的な機能

システムの代表的な機能を下表に示す。

| 機能名           | 概要   | システム画面  |
|---------------|--|---|
| CIMモデルの映像重畳表示 | 定点カメラ映像に、現場の設計 CIM モデルや盛土の転圧管理における振動ローラの GNSS データおよび深層混合処理の施工データを重畳表示する。 |  |

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| <p>簡易計測機能</p>              | <p>システム画面上で、任意地点を選択し、距離や面積の簡易計測ができる。<br/>精度を必要としない現場測定業務の代替として使用が可能である。</p> |  |
| <p>建機検出 AI による進捗レポート作成</p> | <p>建機検出 AI により、映像上の建機を識別し、右に示すようにダンプ台数進捗レポートを出力する機能である。</p>                 |  |
| <p>オルソ画像の作成</p>            | <p>定点カメラの映像からオルソ画像（俯瞰図）を作成する機能である。</p>                                      |  |

### 【機器・技術のスペック】

| 使用機器                                    | 製品仕様                           |
|---|--------------------------------|
| 定点カメラ                                   | JVC ケンウッド社製 VN-U178WPR         |
| 無線中継装置                                  | 日本無線社製 NGT-2501                |
| 映像記録用 NAS<br>(Network Attached Storage) | Synology 社製 DiskStation DS918+ |

## 2. 採用の効果 ※なるべく定量的に記載する（活用の場面など定性的な内容でも良い）

### ①資材搬入計画の立案での現場における測定作業の削減

従来は資材搬入計画の立案で、元請職員や測量工が現場で空きスペースの測定をしていたが、本システム試行後はパソコンで距離や面積が確認できるため、現場での測定作業が不要になった。そのため、1回あたり1時間程度（30分×2人）の削減につながった。

### ②元請職員の現場における手待ち時間の削減

従来は元請職員が1日あたり40分程度の現場での手待ち時間が発生していたが、本システム試行後は現場の状況を考慮したタイミングで現場に行けるため、手待ち時間がほぼゼロに削減され、1日あたり40分程度の削減につながった。

### ③元請職員の現場に行く回数の削減

従来は元請職員が1日あたり6回程度（1回あたり45分程度）現場に行っていたが、本システム試行後は大型モニターや各自のパソコンで現場状況を確認できるため、4回程度になった。そのため、現場に行く回数が3割程度削減され、1日あたり1.5時間程度の削減につながった。

## 3. 課題

距離・面積測定機能は簡易なものにとどまっており、出来形の計測等の精度を必要とする従来の測量業務の大幅な削減には至っていない。

## 気象情報から起こりやすい労働災害を推測

|          |                 |           |           |            |
|----------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量           | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律           | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場            | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他(fer-sa-ins) |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量              | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他(教育)         | その他(事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上           | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 新しい危険予知システムの構築

### 1. 事例概要

労働災害の発生要因は多種多様であるが、人の身体の状態が関係していることは十分に考えられる。例えば、熱中症は、気温や湿度、風速、輻射熱の影響で身体に熱がこもり体温調整できなくなることで発症する。そこで、他の労働災害についても、気象と身体の関係性が要因になっているものがあるのではないかという視点に立ち生気象学<sup>\*</sup>からのアプローチを行った。

### 【労働災害の型の推測と配信情報作成(図1)】

#### (1) データベース構築と解析

過去の労働災害を10の型別に分類し、発生日時および発生地点を整理したデータと、労働災害発生日時から前7日間の発生地点の気象データの2つのデータベースを構築した。

労働災害データと気象データを組み合わせ解析、労働災害の型ごとに影響のある気象要素を特定した。



図1 システム全体構成図

#### (2) 起こりやすい労働災害の型の推測

データ解析で得た労働災害の型と気象要素の相関関係と、日々の天気予報を対比させ、起こりやすい労働災害の型を推測し、激突災害や墜落・転落災害などのように型名として配信する(図2)。さらに労働災害の過去事例や生気象学<sup>\*</sup>から考察した身体への影響に関する情報も合わせて配信している(図3)。夏季には熱中症の警戒情報も配信する。

また、特異な天気予報、例えば、台風や大雪、低温や高温により打設したコンクリートの品質に影響を与えることが懸念される際には、注意喚起のアラートを表示する(図4)。安全面だけでなく、品質面での危険予知など、現場に直結する情報を提供する仕組みを備えている。

### (3) 推測結果の配信

現場ごとに、メールおよび専用サイト(ブラウザ、デジタルサイネージ)に配信する。

※生気象学:気候や季節・日々の天気・自然環境など人間を取り巻く自然の要素全てと、人の暮らしとの関わりを研究している学問。

## 2. 採用の効果

従来のKY活動においては、想定される労働災害は自分の経験や見聞きした事象に偏る傾向が見受けられていた。このシステムによりデータ分析に基づいた客観的な情報を得ることができ、これまで気付かなかった潜在的な事象に対しても危険予知およびその対策を講じることが可能となる。

現場職員はこれまで以上に広い視点をもって安全作業指示を決定することができ、作業員は起こりやすい労働災害を具体的に意識した行動目標を設定することができる(写真1)。

デジタルサイネージに表示(写真2)することで、作業員同士の会話のきっかけや、朝礼時のコメントのマンネリ化防止など、現場内コミュニケーションの一助にもなっている。

## 3. 課題

労働災害データが増えることは望ましいことではないが、今後の労働災害撲滅のための有用な情報ととらえ、労働災害データを増やすとともに、さらに作業員の服装や姿勢など体感につながる要素も追加し、起こりやすい労働災害の推測精度を高めていきたい。



図2 メイン画面

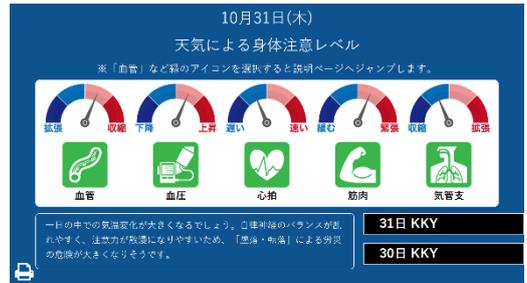


図3 身体への影響に関する情報



図4 特異な天気予報のアラート表示



写真1 利用状況(KY ミーティング)



写真2 利用状況(デジタルサイネージ)

## 遠隔代理立会

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 受発注者が試験場に出向かずに品質試験を遠隔臨場で実施

## 1. 事例概要

コンクリートの品質試験のうち、圧縮強度試験や膨張率試験に関して受発注者が試験場に出向かずに品質試験を遠隔臨場で実施する。施工現場に携わらない協力会社の有資格者を試験場に派遣し帳票データを共有するタブレットとウェアブルカメラで試験状況をビデオ会議で共有する。発注者の担当者と受注者の有資格者の双方がそれぞれ離れた場所からオンラインで確認することで試験結果に責任を負う。

## 【機器・技術のスペック】

- ・ウェアブルカメラ：セーフィー「SafiePocket2」（通信機能内蔵）<https://safie.link/pocket2/>
- ・タブレット：Apple「iPad」（Wi-Fi+Cellular）
- ・帳票アプリ：MeraMoji「eYACHO」（帳票に書き込む内容をリアルタイムに共有）  
<https://product.metamoji.com/gemba/eyacho/>



写真1 遠隔代理立会実施状況

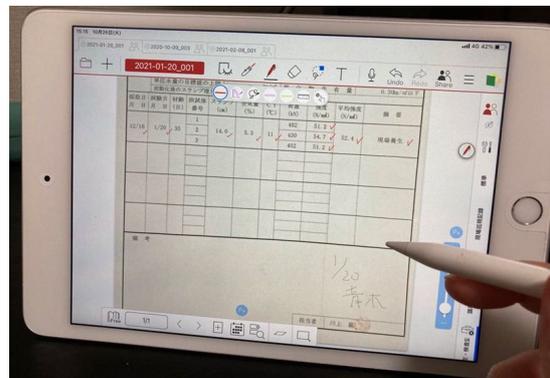


写真2 帳票確認状況

## Safie Pocket2

現場で装着・設置したカメラ映像を、遠隔の事務所・出張所などからリアルタイムで視聴ができます。また映像を見ながらの会話も可能です。画像（動画・静止画）はSafieクラウドに30日間分保存され、後日の振り返りも可能です。



## 2. 採用の効果

週に1、2回のコンクリート試験で7～8割に遠隔代理立会を導入。移動時間を節約でき、人数が限られる有資格者の生産性が向上した。また、移動手段がなくなったことでカーボンニュートラルへ貢献するものと考えられる。

## 3. 課題

遠隔代理立会において、インターネット回線を使用するため山奥の現場など通信環境が整っていない現場において、通信環境の整備が課題である。

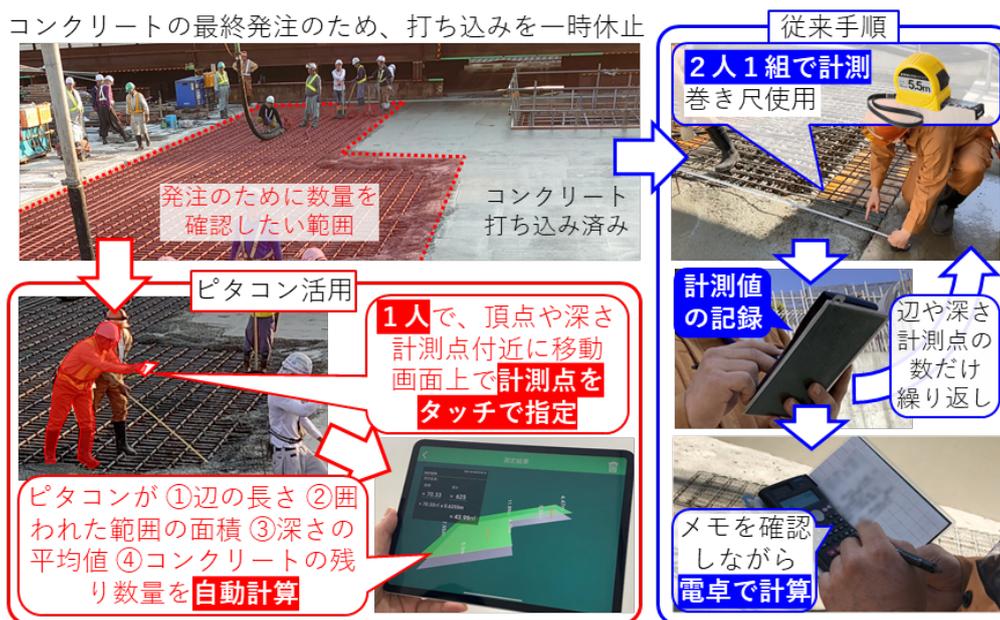
## AR 技術によるコンクリート数量計算時間の短縮

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### コンクリート残り数量計算アプリ「ピタコン」

#### 1. 事例概要

「ピタコン」は iPad や iPhone のカメラを利用し、AR(Augmented Reality : 拡張現実)技術を用いてコンクリートの残りの必要数量を計算できるアプリである。未打設範囲の形状や大きさに関わらず 1 人で計測でき、自動で体積計算を行う。このアプリを用いることで計算時間を短縮し、計算ミスを防止できる。また、高精度の計測により注文数量の過度な余裕を抑制し、残コンクリート量の縮減を図ることができる。



ピタコン活用時と従来手順の比較

## 【機器・技術のスペック】

「ピタコン」は iOS 端末限定のアプリで、下表に示す機種に対応している（iOS14, 15 にて動作確認済み）。また、高精度の計測をおこなうために LiDAR（赤外線照射と反射計測による高精度の測距技術）スキャナを搭載した機種を推奨している。LiDAR スキャナ搭載機種の最新情報に関しては Apple 公式サイト（<https://www.apple.com/jp/>）を参照。

一方、LiDAR スキャナ非搭載機種では、計測後の補正機能適用が必須で、深さ計測ができないなどの制限がある。

「ピタコン」対応機種一覧（2021/11 時点）

| iOS 端末 |           | LiDAR スキャナ搭載機種<br>(高精度計測が可能な <b>推奨機種</b> ) | ピタコン利用可能機種 |
|--------|-----------|--|------------|
| iPad   | iPad Pro  | 12.9in. (第4世代以降)<br>11in. (第2世代以降)         | 全機種        |
|        | iPad Air  | 非搭載  | 第3世代以降     |
|        | iPad      | 非搭載  | 第5世代以降     |
|        | iPad mini | 非搭載  | 第5世代以降     |
| iPhone |           | 12Pro・Pro Max 以降                           | SE・6s 以降   |

## 2. 採用の効果

一例として、長さ・深さが既知のモデルにて検証した結果を示す。LiDAR スキャナ搭載機種では長さ誤差の平均値が 0.1%、標準偏差が 1.7%であった。深さは 300~1000mm の範囲で ±30mm 以内の誤差であった。また、頂点数6点、周長 8.3m、深さ計測を 8 点で実施した場合、従来方法での計測時間が 210 秒であったのに対してピタコン利用時は 75 秒で計測が完了し、約 65%の時間短縮となった。

## 3. 課題

勾配面への対応や深さ計測精度の向上など、利用者からの要望を踏まえ、順次アップデートをおこなう予定である。

## 4. 導入方法

本アプリは株式会社エム・ソフトと共同開発したもので、「ピタコン」は株式会社エム・ソフトの登録商標である。試行や導入をご検討される場合は株式会社エム・ソフトへお問い合わせください。

① 起動すると過去の計測結果一覧が表示されます。ここで新規計測名称を入力します。

② 仕上がり面を検知・設定します。※勾配がある場合、④手順は機種に関わらず手入力となります

③ 未打設範囲の多角形頂点まで移動し、画面上をタップすることで指定します。※最大 20 点程度

④ 画面タップで深さ（②仕上がり面との差）を計測します。※LiDAR 機種限定・手入力可・最大 20 点

⑤ 辺の長さ・深さの計測結果と、多角形面積、平均深さ、残り数量が表示されます。※LiDAR 非搭載機種では補正が必要です。

ピタコン使用手順

# 株式会社大林組

## アーティキュレートダンプトラックの自律走行システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 大規模土工の土砂運搬を自動・自律化

### 1. 事例概要

大規模土工事で使用する土砂運搬用のアーティキュレートダンプトラック（以下、ADT と称す）の自律走行システムと車両運行管理システム（Fleet Management System : FMS）を SafeAI 社（米国）と共同開発した（写真-1、図-1 参照）。現在、米国での実証実験を完了し、2022 年の春に日本で実証実験を実施予定である。



写真-1 自律走行システムを搭載した ADT

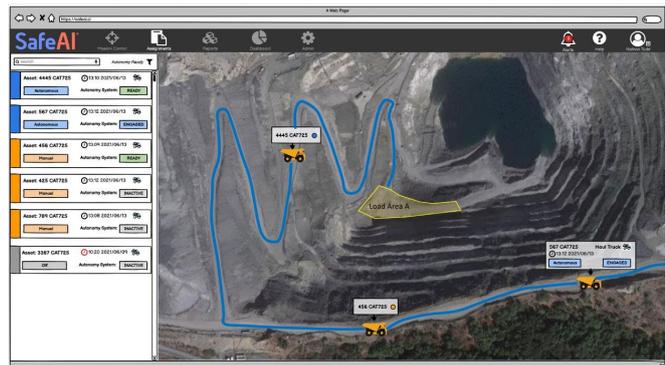


図-1 車両運行管理システムの画面

### 【機器・技術のスペック】

- アーティキュレートダンプトラック
  - ・CAT 725 最大積載量 24t
- 自律走行システム
  - ・各種センサー（GNSS、LiDAR、IMU、カメラほか）
  - ・AI による画像認識システム

- ・緊急停止装置（指定エリア外に出た場合、障害物を検知した場合等に作動）

●車両運行管理システム

- ・建機の位置情報、作業内容、メンテナンス情報等の管理

## 2. 採用の効果

- ・大規模土工における土砂運搬を無人化できる。
- ・昼夜を問わず、24時間稼働できるため、生産性が向上する。
- ・工事用道路内を無人化することで、安全性が向上する。

## 3. 課題

- ・オペレーターによる有人走行に比べると、作業効率は若干低下する。
- ・走路がきちんと整備されていないと、自律走行ができない。  
⇒有人走行の場合は、オペレーターが走路の状況（弱部の有無）を判断できるが、  
本技術においては、走路の状況を判断する機能を搭載することは現状難しい。

## 遠隔臨場への取り組み

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 大きな可能性を秘めたスマートグラスを遠隔臨場に活用！

## 1. 事例概要

奥村組では 2020 年度より「遠隔臨場」への取り組みを強化している。企画調査段階にて選定を行った結果、Realwear 社製のスマートグラス「HMT-1」の導入を決定した。その後、遠隔臨場に対応するソフトとして、V-CUBE 社の「V-CUBE コラボレーション」とマイクロソフト社の「Teams」を導入して活用している。

## ①V-CUBE コラボレーション

当社初の遠隔臨場事例として導入したソフトである。選定に至ったポイントとして、スペックはもちろん、導入サポートの手厚さなどを重視した。その結果、工事所・発注者ともに使用所感は良好であり、導入当初のみならず竣工間際まで本サービスを利用するなど、現場管理に必須の存在となった。

## ②Microsoft Teams

海外拠点からの遠隔支援を行う際に導入したソフトである。前述の V-CUBE コラボレーションとは異なり、本ソフトは全世界のユーザが共通のインターフェースを利用していることもあり、言語の壁を気にすることなく利用できることが選定のポイントであった。国内工事所に対し、ドイツ・中国・シンガポールなど全世界横断かつ複数拠点から遠隔支援が可能であることを確認できた。

## 2. 採用の効果

監督官の現場臨場回数が 3 割減少するなど、これまでの現場臨場に掛かる労務・コスト（時間的&経済的）が発注者・受注者ともに軽減している。また、HMT-1 が搭載している映像技術やノイズキャンセリングにより映像・音声共にクリアであることから、遠隔臨場への取り組みが他サービスよりもしやすいのではないかと実感している。

### 3. 課題

現場管理全てを遠隔で行うことはまだ難しいというのが実情である。しかし、比較的取り組みのしやすい管理項目から取り組むことで、徐々に対象を拡大できると考える。遠隔臨場に限った話では無いが、発注者と受注者の信頼関係がやはり重要なので、入念な調査・準備を行った上で導入をされたい。

#### 【本稿で紹介したサービスの概要】

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
|       |                |                    |            |
| サービス名 | Realwear HMT-1  | V-CUBE コラボレーション  | Microsoft Teams   |
| 特記事項  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・フルHD画質</li> <li>・ノイズキャンセリング</li> <li>・IP66仕様</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・NETIS登録</li> <li>・専用クラウドへの保存</li> <li>・多種多様な操作が可能</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ライセンス追加契約不要</li> <li>・共通UI</li> <li>・操作が簡便</li> </ul> |

#### 【当社工事所での導入状況】



現場



発注者 PC

スマートグラス+Web会議で遠隔化  
**移動にかかる時間やコストを低減**

音声認識型スマートグラスで  
**作業効率・生産性を大幅向上**

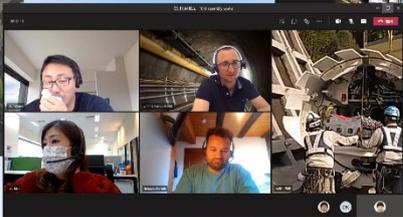
フルHD映像・4K静止画を送受信&クラウド保存  
**高精細の映像をハンズフリーで**

手元を見せる



全体を見る





世界とつながる  
Microsoft Teams

## 山岳トンネル工事での出来形管理業務の効率化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 施工管理の高度化と業務の効率化を実現

## 1. 事例概要

山岳トンネル工事での覆工コンクリートの管理にあたり、所定の覆工巻厚を確保するためには、設計断面以上を確保していることを確認する必要があり、掘削完了後の断面形状を正確に把握することが重要な施工管理業務である。しかし、従来の施工管理方法では、時間を要するうえ、トンネル全線にわたって断面形状を把握することが困難である。

そこで、3次元レーザースキャナと高画質カメラによって道路及び周辺の3次元計測点群データと連続写真を取得する車両搭載型計測装置であるMMS（Mobile Mapping System）を用いることで、トンネル全線にわたって短時間で断面形状の計測を行うことができた。

さらに、MMSで計測した吹付けコンクリート面と覆工コンクリート面の3次元点群データと、設計モデルの差分解析を行うことで、覆工コンクリートの施工管理に必要な吹付け面の当たりチェックやコンクリートの打設量の迅速な把握ができた。

## 2. 採用の効果

①吹付けコンクリート面の設計モデルとMMSで計測した吹付けコンクリート面の3次元点群データからヒートマップを作成し差分解析を行うことで、吹付け面の当たりチェックをトンネル全線で実施できるようになった。これまでの断面評価から任意の箇所でも評価できるようになり施工品質の向上につながった（図-1）。

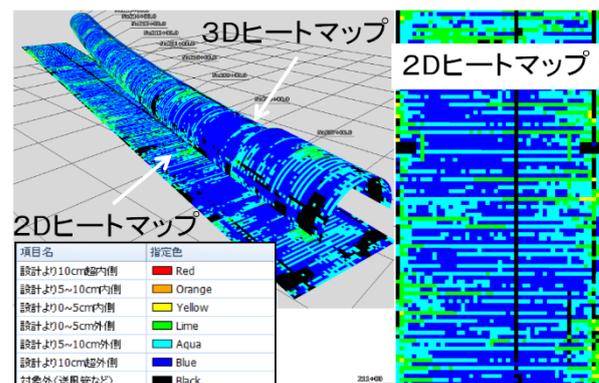


図-1 計測結果ヒートマップ

②覆工コンクリート面の設計モデルと MMS で計測した吹付けコンクリート面の3次元点群データとの差分により覆工コンクリートの打設面積を算出し、セントル割付図の情報に合わせて打設面積を集計することで、1 スパンあたりの打設に必要なコンクリート量をあらかじめ算出することができた (図-2)。

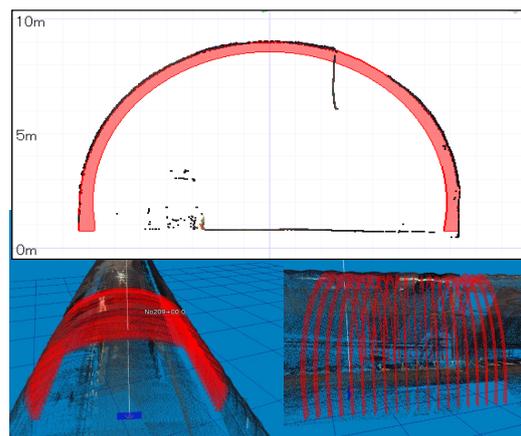


図-2 点群データを利用したコンクリート打設量の算出

③吹付けコンクリート面の3次元計測点群データを反射強度 (Intensity) で表示することで支保工やロックボルトの配置および漏水位置などを確認できた。これにより施工時の実績位置や数量確認が可能になるとともに、漏水位置情報などを把握することができ維持管理用データとして活用できる (図-3)。



図-3 反射強度による支保工、ロックボルトの位置確認

④吹付けコンクリート面と覆工コンクリート面のそれぞれの3次元点群データ (図-4) から差分解析を行うことで、覆工コンクリート厚を算出することができた。解析結果によりヒートマップを作成し面的評価を行い、トンネル全線にわたって覆工コンクリート厚が確保されていることが確認できた (図-5)。

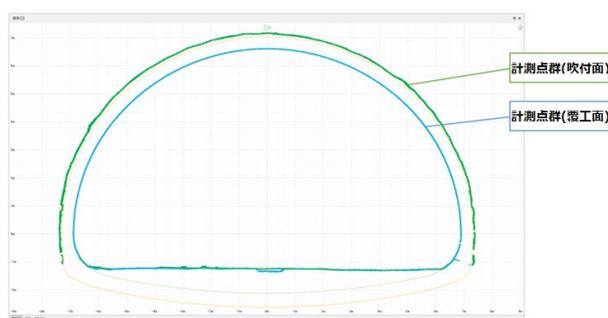


図-4 点群データ計測断面

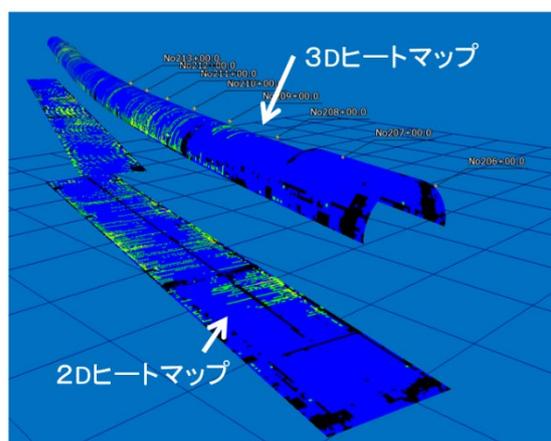


図-5 覆工コンクリート巻厚ヒートマップ

### 3. 今後の展開

山岳トンネル工事において、3次元設計モデルや3次元点群データの活用できる場面が明確になった。今後は、覆工コンクリート内空断面の3次元レーザ計測に合わせて写真撮影を行うことでコンクリートのひび割れ計測を可能にすることを目指す。

## AI 配筋検査システム

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## たったひとりでも配筋検査ができる時代へ

## 1. 事例概要

AI 配筋検査システムは、ステレオカメラとタブレット PC から構成される AI 配筋検査端末と施工管理ソフト、クラウドと連携することで構成されている。ステレオカメラにて、対象の鉄筋を左右方向から同時に撮影し、視差情報を三次元復元処理して検査対象面を検出し、鉄筋配置を特定して、鉄筋の径、間隔、本数などを自動計測し施工管理ソフトで検査帳票を自動生成するものである。これより、従来作業で必要であったマーカーなどが不要となり、検査準備作業や出来形管理図作成作業についても省力化が行えるものである。

## 【機器・技術のスペック】

## ➤ ハードウェア

ハードウェアは、2台のカメラ間の離隔を固定してタブレット端末と一体化させる構成とした。これによりカメラ間のひずみが発生しないようにしている。

システム利用者が計測だけでなく運搬もしやすいようデザインを工夫し小型軽量化を実現している。また、屋外での過酷な環境での使用を考慮し、耐衝撃性能を向上。雨天での使用を考慮した防塵防水構造とし、屋外の日差しが強い場所でも見やすいディスプレイを採用するとともに手袋をつけたままでの操作にも対応している。

- 外形寸法 W320mm×D210mm×H95mm
- 質量 約 2.1kg
- 周囲温度 -10℃～+40℃
- 構造他 JIS C 0920 保護等級 IP65



| 計測項目   | 計測精度                | 項目   | 仕様                      |
|--------|---------------------|------|-------------------------|
| 鉄筋検出   | 検出率100% (ただし感熱部を含む) | 外形寸法 | W320mm x H210mm x D95mm |
| 対象鉄筋   | D 10～D 51 (判定率 90%) | 質量   | 約2.1kg                  |
| 平均鉄筋間隔 | ±5mm (100mm計測時)     | 周囲温度 | -10℃～+40℃               |
|        |                     | 構造他  | JIS C 0920 保護等級IP65     |

AI 配筋検査端末

## ➤ ソフトウェア

本システムは、AI 配筋検査端末の操作画面の通りに計測箇所を撮影するだけで、鉄筋の径、間隔、本数を自動で計測（判別）でき、自動計測の結果データが表示、記録される。

また、施工管理ソフトと検査項目および計測結果、写真などの情報連携をクラウド経由で行う。

## 2. 採用の効果

### ■作業時間の縮減に関する効果

標準的な鉄道高架橋工事を想定して検査 1 回あたりの工数を算出し、従来の配筋検査と比較した。

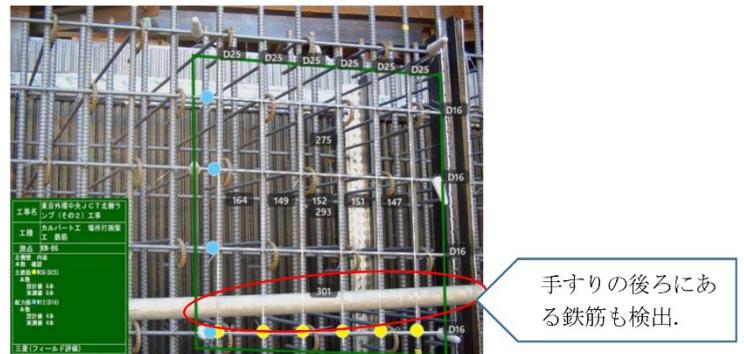
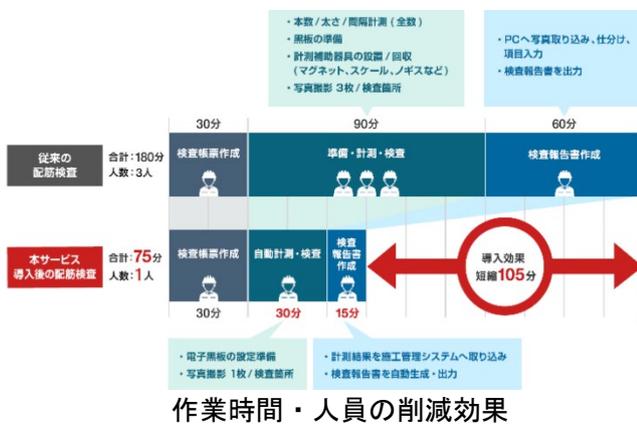
本システム利用による効果は、準備・計測・検査に要する時間を 1/3 に短縮できることに加え、計測結果がデータとして記録され検査報告書に自動的に反映されるため、検査報告書作成時間も 1/4 に短縮できる。

### ■作業人員の縮減に関する効果

本システムでは、マーカーやスケールスタンプ無しで、撮影した配筋現場の画像から、鉄筋の径、間隔、本数を自動で計測（判別）することができるため、上記の準備作業が不要となり、従来、事前の準備・計測・検査でかかっていた人数を 3 人から 1 人に削減することができた。

### ■安全性に関する効果

配筋検査時間が短縮されることによって、高所作業場での検査作業時間が短縮される。加えて本システムは、足場の手すりなどを除外して対象鉄筋の計測が可能であるため、鉄筋から離れた足場のような安全な位置からの撮影・計測が可能である。また本システムでの撮影時には、マーカーやスケールなどの設置作業が不要であるため、これらの落下の危険性がなくなり、安全性も向上した。



足場からの計測結果

## 3. 課題

現状の機能では、1m~2m 四方の撮影範囲であるスポット撮影のみであるため、全数検査を実施する現場の場合に下記の課題がある。

- 連続で撮影した写真の計測に時間がかかること
- 連続で写真を撮影する際に、どこまでを計測したか見失ってしまうこと

## フィールドブラウザによる現場情報の一元管理と見える化

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 人、モノ、建設機械、環境等の現場情報を IoT で一元管理

### 1. 事例概要

現場見える化統合管理システム「Field Browser®」は、人、モノ、建設機械の位置や稼働状況を、気象や交通情報などの環境情報と合わせて IoT で一元管理（見える化）し、問題・課題を「リアルタイムに把握」して「タイムリーに解決」するためのシステムである。これまで個別に導入し運用してきた各種システムのデータを連携・集約することで、1つの管理画面で運用できるようにしている。職員が状況確認のために現場に出向く時間を省略するだけでなく、各システムで取得したデータを集約・分析することで次の計画の最適化につなげることができる、働き方改革を実現した DX ソリューションである。

現在、新名神高速道路 枚方工事（大阪府枚方市）をはじめとして 30 現場に導入し、工事事務所に取り付けられた大型モニターに本システムを常時表示して、カメラ映像とあわせて遠隔から臨場感を持った現場管理を実現している。



フィールドブラウザのシステムイメージと現場運用状況（枚方工事事務所）

## 【機器・技術のスペック】

「Field Browser®」は、個々のサービスを提供する事業者のシステムと連携し、地図上に現場図面を重ね合わせ、人、モノ、建設機械などのリアルタイムの位置情報を気象情報、交通情報と合わせて一元表示するシステムである。

鹿島ホームページ : [https://www.kajima.co.jp/tech/c\\_ict/construct/index.html#!body\\_09](https://www.kajima.co.jp/tech/c_ict/construct/index.html#!body_09)



- ・人と建設機械・車両等の位置情報が所属や職種・機械種別ごとに表示され、計画どおりの場所、人員、機械配置で作業が行われているかを現地に行かなくても把握可能
- ・定点カメラ映像と位置情報をリンクさせることで、人員、機械配置と合わせてより正確な状況把握が可能
- ・人物についてはリアルタイムのバイタル情報が表示され、体調不良者を即時発見し対処
- ・建設機械、車両については、現在の稼働/非稼働状態に加え、蓄積された過去の稼働時間から稼働率を集計し、最適配置や手配の検討に活用
- ・気象情報については、降雨や落雷を含むリアルタイムの天候に加え、72時間先の予報の確認、異常気象のアラート通知等により、対策・作業計画の見直し等の事前検討が可能

### フィールドブラウザの操作・機能

## 2. 採用の効果

### ①現場状況の把握を遠隔から・効率的に

- ・今、誰が、どこで、どのような作業をしているのかを、現場から離れた事務所や支店・本社でも常時把握できるため、迅速かつ的確な指示命令が可能
- ・現場では不要な移動や作業待ちが無くなることで、現地立ち会い等の現場管理業務が効率化
- ・支店・本社では遠隔パトロール等において現場担当がどこにいるのか、カメラがどこを映しているのかといった情報の補完にも役立ち、客先と共有することで遠隔臨場にも活用可能

### ②作業計画の最適化

- ・作業員や建設機械の作業場所、滞在時間、稼働率等を分析することで、次計画時の最適配置や手配台数の検討に活用可能
- ・72時間先の気象予報に応じた対策・作業計画の見直し等の事前検討が可能

## 3. 課題

本システムを中心に、各種連携システムを横断的に集計・分析する機能の強化を図る。

次世代の建設生産システム A<sup>4</sup>CSEL

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 次世代建設生産システム

## 1. 事例概要

我が国の建設産業界における重要課題として「人手不足・熟練労働者不足への対応」、「建設生産性の向上」、「労働災害の撲滅」が挙げられている。これらの問題を解決するため、建設機械の自動運転と、生産計画・管理の最適化を核とした「A<sup>4</sup>CSEL」の開発を進めている。この技術は、施工機械の自動化を進めるとともに、作業手順、方法を分析して作業の標準化を図る。そこから生まれる定型的な作業、繰り返し作業を自動化した機械によって行い、判断を要する臨機応変な作業や、熟練の技能が必須で標準化・自動化が困難な作業のみを人で行う。人が作業データを送ると、自動化された建設機械が定型的な作業や繰り返し作業を自動で行うため、必要最小限の人員で多くの機械を同時に稼働させることが可能となる。これによって、大幅な省人化が図れるとともに、標準化された作業手順、方法を確実に行うことによって生産性が向上し、安定した施工品質が期待できる。また、建設機械に搭乗する必要はなく、作業フィールド内に人が立ち入ることもないため、仮に、機械関連の事故が起こったとしても、死亡災害等の労働災害は発生せず、作業者の安全性は確保される。このようにA<sup>4</sup>CSELには、建設工事における諸問題に対し大きなメリットがあり、従来の機械化施工、遠隔施工とは異なる、これまでにない全く新しい建設生産システムである。



図-1 開発コンセプト

## [システム概要]

A<sup>4</sup>CSEL は、①汎用の建設機械を自動運転仕様に改造する技術、②自動運転の制御にAI で分析した熟練者の操作データを取り入れることで、現場状況に左右されずに安定した品質で作業させる技術、③多数の機械を連携させ、最も生産性の高い施工計画に基づいて稼働させる施工マネジメント技術で構成されている。これらによって、建設機械の配置や作業順序などを最適化した計画の下、全ての機械が自律・自動運転で作業を行うことが可能となっている。これまでに振動ローラ、ブルドーザ、ダンプトラックの3種類の建設機械を中心に建設機械の自動化とそれらによって行う作業の自動化を進め、実工事に順次適用している状況である。A<sup>4</sup>CSEL の基本構成を図-2 に示す。大きくは、施工マネジメントシステムと建設機械の自律化自動運転システムで構成されている。施工マネジメントシステムは、「施工計画・施工管制システム」と、「重機管理システム」がある。

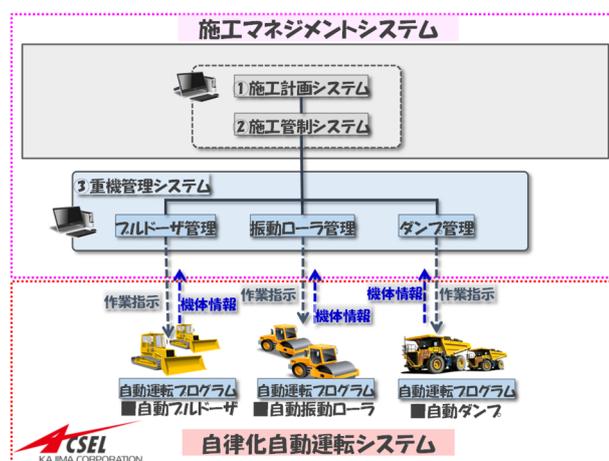


図-2 A<sup>4</sup>CSEL の基本構成

## 2. 採用の効果

### 1) CSG ダム本体工事への適用

現在、堤高114.5 m、堤頂長755.0 m、堤体積485 万m<sup>3</sup> と、台形CSG ダムとしては日本最大級の規模を誇る、国土交通省・成瀬ダム堤体打設工事にA<sup>4</sup>CSEL を導入している。上下流幅が広く、大型建設機械での機械化施工に適していることで、最盛期には、エリアサイズ65,500 m<sup>2</sup> に1 リフト (25 cm × 3 層) で、総ボリューム約48,000 m<sup>3</sup> を、おおよそ70 時間の連続施工で盛り立てるという大容量高速施工が要求されており、ブルドーザ4 台、ダンプトラック7 台、振動ローラ7 台、仕上げローラ3 台、清掃車2 台の合計23 台の自動化建設機械を必要最少人員で、全機種同時に稼働させる計画である。2020 年7 月から開始し11 月まで施工、その後、冬期中断を経て、2021 年4 月から自動化施工を再開している。施工数量に合わせて自動化建設機械台数を15台に増やししながら、昼夜勤体制で20 ~30 時間の連続運転を実施している。この自動化施工を4名の管制員にて一括管理することが出来ている。成瀬ダムでは、2024 年まで稼働を予定している。

### 3. 今後の展開 (課題)

現在得られている成果を活用し、A<sup>4</sup>CSEL による自動化施工の更なる省人化及び生産性の向上を目指すとともに、国内外の造成工事をはじめとする他工種への展開を推進します。今後も A<sup>4</sup>CSEL を深化・発展させ、建設生産システムの変革に継続的に調整していく予定である。

### 3Dモデルと遠隔臨場を活用した業務の効率化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 生産性の向上と働き方改革を両立するための技術の活用

### 1. 事例概要

ICT 技術の全面的活用を図り、建設プロセスの生産性の向上と業務の効率化を図ることを目的とする。実施内容は、①3Dモデルの作成、②3Dスキャナーによる出来形管理、③属性付与による次工事への引継ぎ、④遠隔臨場システムを活用した省力化である。

#### 【機器・技術のスペック】

| 区分    | 製品名           | 機能                | 連絡先         |
|-------|---------------|-------------------|-------------|
| 3D 測量 | GLS-2000      | 3Dスキャナー           | (株)トプコン     |
|       | トレンドポイント      | 3D点群処理システム        | 福井コンピュータ(株) |
| CIM   | トレンドコア        | CIM コミュニケーションシステム | 福井コンピュータ(株) |
| 遠隔臨場  | 遠隔臨場 SiteLive | 撮影・配信システム         | (株)建設システム   |

### 2. 採用の効果

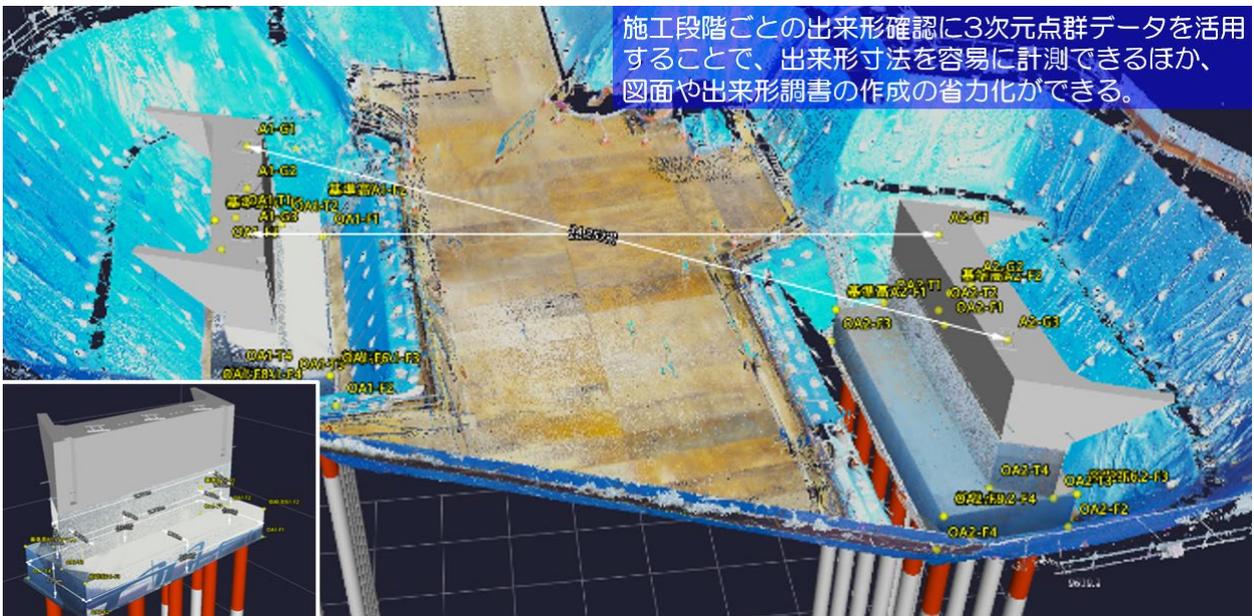
| 項目              | 効果  |
|-----------------|---|
| 3Dスキャナーによる出来形管理 | <ul style="list-style-type: none"> <li>足場がない状態で支間長の確認が可能である。</li> <li>データ化により次工事に引継ぎが可能である。</li> <li>従来管理よりも、人員と時間を50%以上削減が可能。</li> </ul> |
| 遠隔臨場システムの活用     | <ul style="list-style-type: none"> <li>発注者側の移動時間を削減できる。</li> <li>受注者側の立会調整時間を削減できる。</li> <li>コロナウイルス感染症対策（3密の回避）</li> </ul>               |

### 3. 課題

3次元点群データを取得する測量やCIMモデルの作成を社内のICT現場支援室で実施している。しかし、ICT活用工事の拡大により人材不足が生じている。そのため、現場の若手技術者への3Dスキャナーの操作やCIMモデルへの属性付与などの実務を指導し、若手技術者の技術力の向上による人材不足の解消が課題であると考える。

また、現在の遠隔臨場のシステムは、現場からの画像の送信をスマートフォンとモバイルWi-Fiの併用で対処している。そのため、手持ちの通信機器を使用しているため、いわゆる「ながらスマホ」に近い状態であり、撮影時の安全性や機動性が低下すると考える。今後は、現場周辺の通信速度の高速化やウェアラブルカメラの画像解像度の高度化によって、ハンズフリーの作業環境を整備する必要があると考える。

### 3Dスキャナーによる出来形管理



遠隔臨場システムの活用

### 遠隔臨場システム活用事例

現場側



発注者側



現場での状況は動画で自動保存。  
発注者側でスクリーンショットを取る事も可能

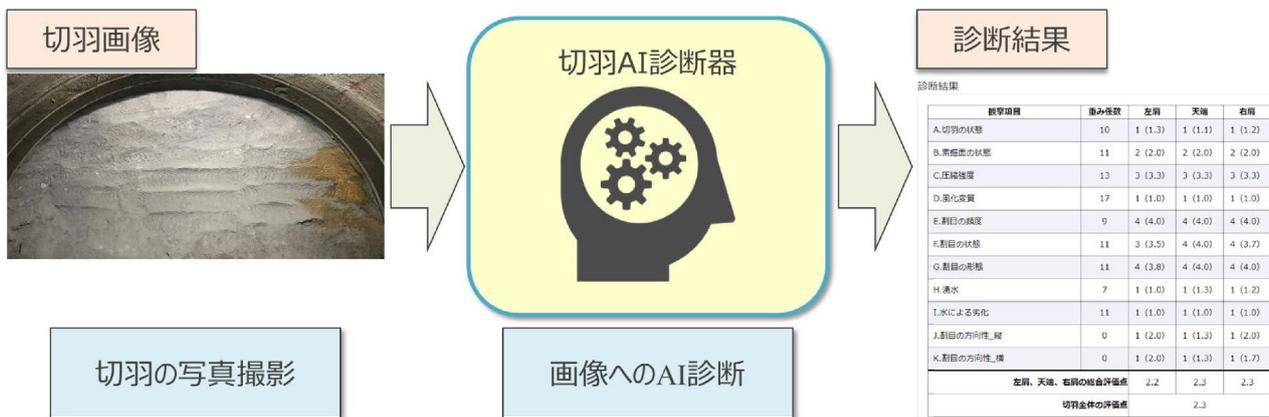
## トンネル切羽 AI 診断システム

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### デジタル写真でトンネル切羽を AI 診断、点数化、切羽判定業務支援

#### 1. 事例概要

タブレット端末を用いて切羽を撮影し、撮影写真をクラウドへアップロードすることで、インターネット接続が可能な場所であれば、何時でも何処でも切羽観察項目毎の診断結果を確認できる。



## 2. 採用の効果

従来であれば、デジタルカメラで撮影し事務所に帰り、パソコン入力し評価を行っていた作業が、本システムを使用すると、端末（iPad）による切羽写真を撮影すれば、AI が数値による地山評価を行い、AI 診断結果（細分化画像への評価）をその場で確認できるようになる。AI 診断は技術者の経験の有無にかかわらず客観的な評価が可能で、若手技術者による切羽診断時の判断支援となる。また、クラウド上にデータがアップロードされることで、切羽観察簿等作成に係る労働時間の短縮が図れる。

## 3. 課題

現場毎に岩級・岩質が異なることから教師データを作成する必要があり、教師データ無しでAI 診断を用いるためには膨大な切羽の情報が必要となる。切羽の情報については、協調領域として各建設会社の情報を共有することでAI の学習が進展すると考える。

## CV 映像公開システム

|          |              |           |           |            |
|----------|--------------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量        | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律        | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場         | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（360 度映像） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量           | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）      | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上        | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

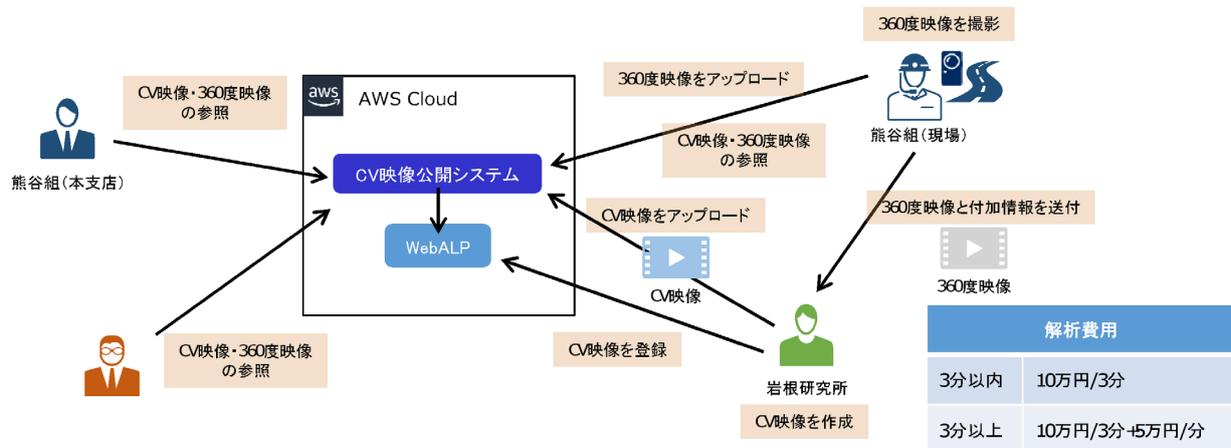
## 現場映像データを活用した試み、出来形検測、工事記録、維持管理業務支援

### 1. 事例概要

クラウドサービスを利用した映像活用システムである。

360 度カメラで撮影した映像に座標情報を付加することで、3D 計測・情報タグ登録・2 画面表示ができ、映像とともにこれらの属性情報を共有し、出来形検測、工事記録・維持管理に映像情報として活用が可能である。

現場で撮影した360度映像を岩根研究所が解析を行い、CV映像をクラウドにアップロードすることで共有するシステムになります。熊谷組社員はCV映像公開システムに接続して映像を確認し、発注者にはURLの通知により指定した工事のみ共有することができます。  
 ※CV映像解析には3分以内で10万円、3分以上の映像については10万円プラス1分当たり5万円の費用が発生します。



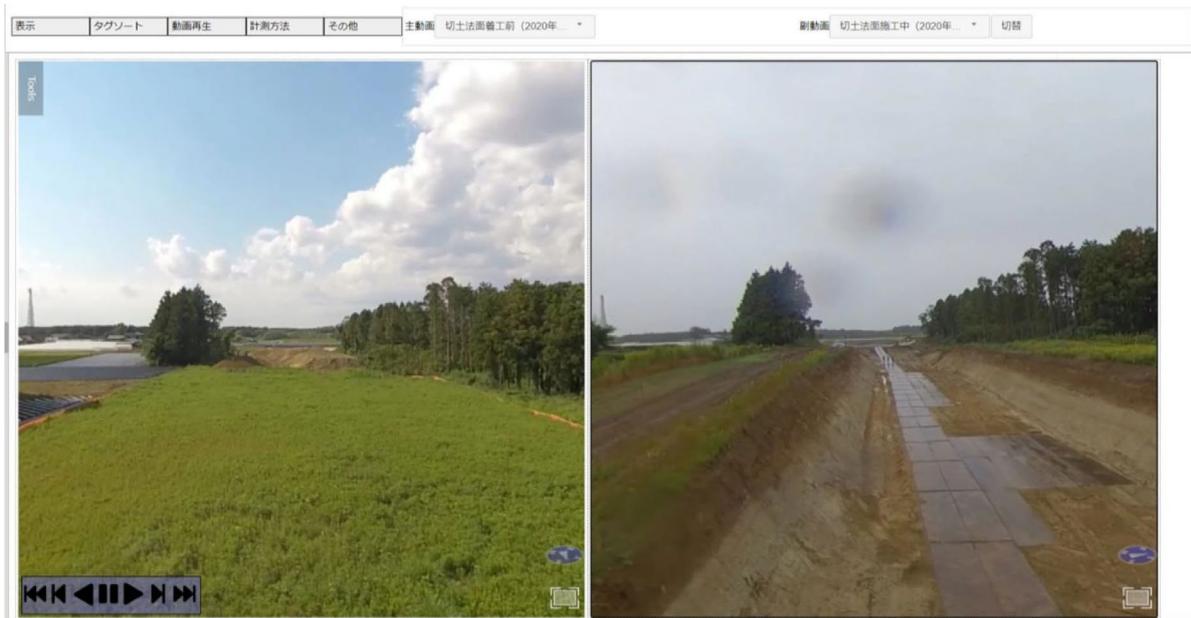
## 2. 採用の効果

映像に表示されているものであれば任意の箇所での座標値・寸法・面積といった計測ができます。CV映像解析後の精度は約30m間隔で標定点(位置合わせを行う特徴点)を設置することで±5cm程度を確保することができます。



## 3 D計測の活用事例【距離測定、面積算出】

撮影時期の異なる映像を2画面で表示でき、左側の主映像の再生位置や角度を変更すると右側の副映像も合わせて変更し表示することができます。施工ステップ毎に映像として記録を残すことで異常や問題が発生した際に過去の状況を振り返ることができます。



施工前(主映像)

施工中(副映像)

## 工事記録・維持管理での活用

## 3. 課題

現状では映像中に3次元モデルを挿入することができていない。

今後は3次元モデルを挿入し、映像との比較やヒートマップでの評価ができると考える。

## MR 技術を活用したトンネル施工管理システムに DX 技術を付加

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## -名塩道路城山トンネル工事にて MR を使った遠隔臨場検査を実証-

## 1. 事例概要

「MR（複合現実）技術を活用したトンネル施工管理システム」（トンネルMR）は、ウェアラブル端末（図-1）を用いてトンネルの維持管理データを現地で構造物に投影したり、新たな不具合を発見した場合に作図更新できる技術である。

トンネルMRにDX技術を付加して、トンネルや周辺の地形、構造物を含んだCIMモデルに、施工時の計測データや切羽観察記録などの実物情報を統合したデジタルツインをクラウドサーバー上に構築し、空間アンカー機能（図-2）を使ってトンネル坑内に正確に表示（図-3）、MRを使って遠隔臨場を行えるシステムを開発した。（写真-1, 2、図-4）

この新機能の実証実験を、近畿地方整備局兵庫国道事務所の協力のもと、名塩道路城山トンネル工事において実施し、R230mの急曲線を伴うトンネル坑内でのMR表示精度の向上、各種調査データや計測データの自動表示、岩判定における遠隔検査などの業務効率化への有効性を確認した。（写真-3, 4）



図-1 ウェアラブル端末

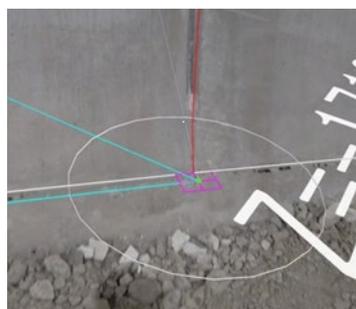


図-2 空間アンカー

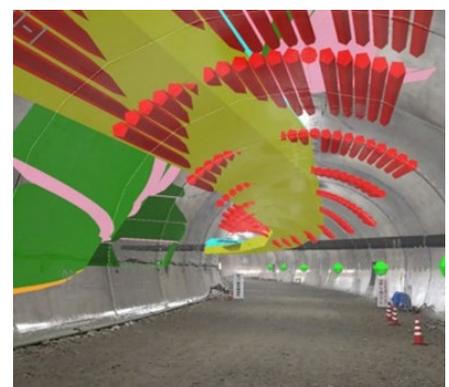


図-3 現地と 3D モデルを重畳



写真-1 事務所確認状況



写真-2 現場計測状況



図-4 パソコン画面(XRoss 野帳)



写真-3 会議室遠隔臨場状況

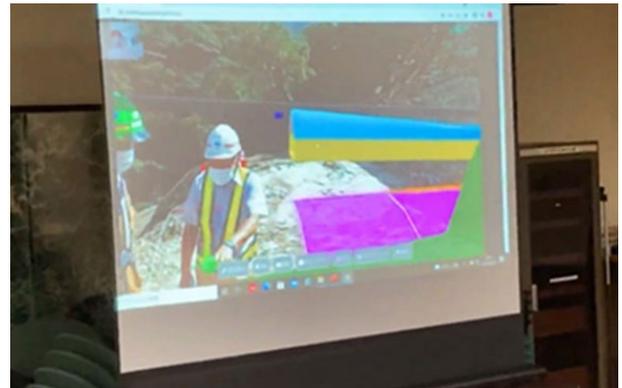


写真-4 MR 画像表示状況

【機器・技術のスペック】

| 項目               | 名称           | メーカー         |
|------------------|--------------|--------------|
| ウェアラブル端末         | HoloLens2    | Microsoft    |
| MR データコンバータ、ビューワ | GyroEye Holo | (株)インフォマティクス |
| 遠隔臨場・変状調査ソフト     | XRoss(クロス)野帳 | (株)インフォマティクス |

2. 採用の効果

- 急カーブで見通せないトンネルでも、トンネル MR と測量の併用により高い精度が担保出来た。
- トンネル MR の座標指定に空間アンカー方式を利用することで、従来のマーカー方式よりもリアルタイムで位置の修正が出来、設定時間が短縮出来た。
- 遠隔臨場による岩判定において、トンネル MR のリモート機能で十分な品質の映像・音声であることが確認出来た。

3. 課題

- 映像・音声の遅延が見られたので、ソフトの改良や、より高速な通信環境の整備が必要である。
- 3次元モデルの曲線部が一部多角形で表示されたので、ソフトの調整・改良が必要である。

統合せん孔支援システム「ドリル NAVI」

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

-余掘りゼロを目指して- (NETIS 登録番号:KK-160012-VE)

1. 事例概要

統合せん孔支援システム「ドリル NAVI」は、長孔発破などの穿孔を高精度で行い、余掘りを最小限に抑えて材料コストと施工サイクルのロスを低減し、高速で安全な長距離トンネルの掘削を実現する。(図-1, 2、写真-1)

■穿孔誘導技術「ドリル NAVIGATION」

自動追尾式 TS と位置検知用センサーにより削岩機の穿孔位置を把握し、ガイダンス用モニターにしたがって計画した穿孔位置へ削岩機を誘導。(図-3)

■地山診断技術「ドリル EXPLORER」

全削岩機に穿孔探査機能を搭載し、全ての穿孔エネルギーを自動で取得。これとドリル NAVIGATION で取得した位置データとを統合して、3次元の穿孔エネルギーを出力表示。

■情報共有技術「ドリル NET」

ドリルジャンボのシステムパソコンと、工事事務所、ジャンボ製造工場、本社等とを坑内無線 LAN を経由してネットワーク回線で結び、穿孔データや保守データを情報共有。(図-4, 5)

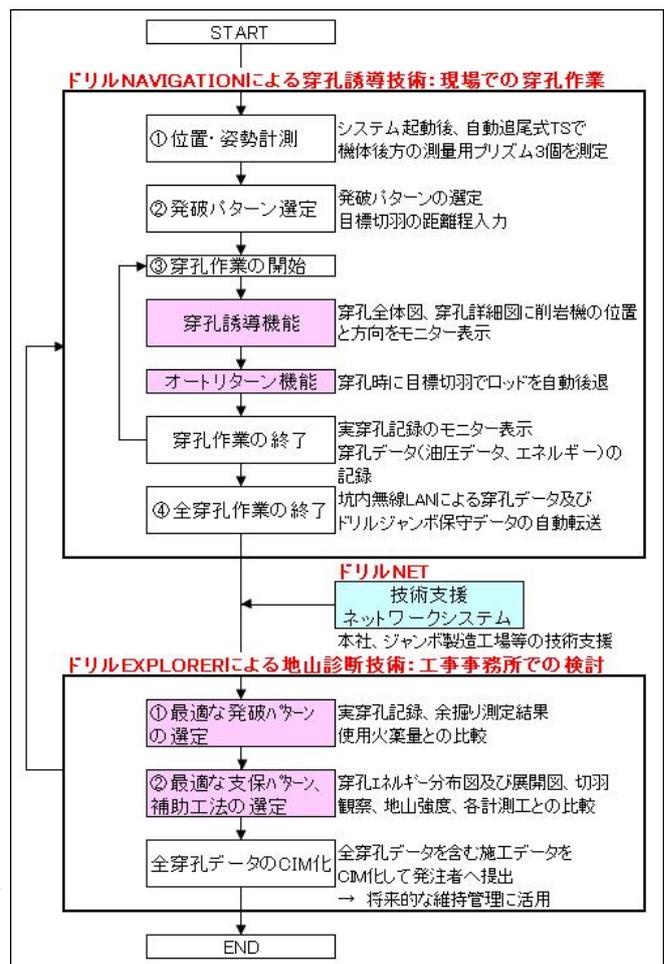


図-1 ドリル NAVI システムフロー図



図-2 ドリル NAVI 概要図



写真-1 ドリル NAVI 使用状況

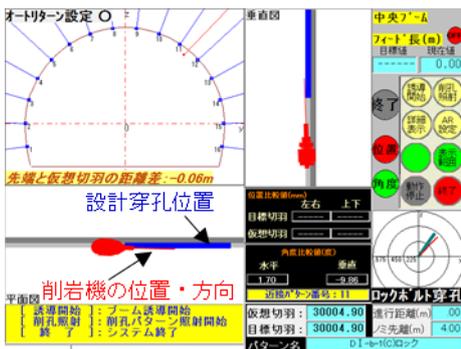


図-3 ロックボルト誘導画面

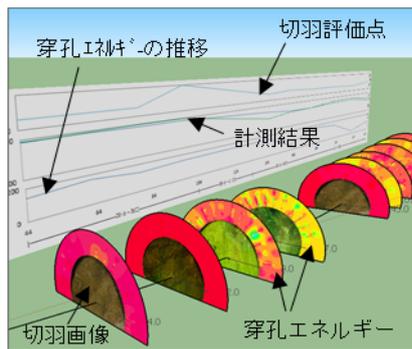


図-4 3次元 CAD への出力例  
(コンター図)

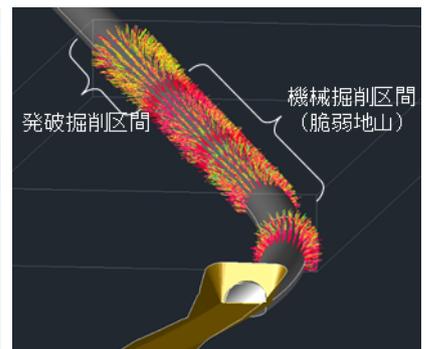


図-5 3次元 CAD への出力例  
(点群データ)

## 2. 採用の効果

- 切羽外周孔や芯抜き孔などの発破孔、ロックボルトなどトンネル周方向の全穿孔について±5cmの高精度で誘導できるため、余掘りやサイクルタイムを低減。
- 日々の穿孔時に切羽前方やトンネル周辺の地山性状を定量的に把握できるため、切羽作業の安全性が向上。
- 穿孔データを汎用のCIMソフトに出力できるため、工事関係者内で穿孔データや保守データを容易に情報共有でき、地山トラブルや機械トラブルを未然に防止。

## 3. 課題

- せん孔エネルギーだけでなく、切羽観察、計測結果、地山強度や弾性波速度等との相関性を含めて地山評価を行うことで、より最適な支保パターンや補強工法を選定できる手法の確立。
- 国土交通省が進めるBIM/CIMへの対応ソフトの開発。

## タブレットを利用した山岳トンネル工事の帳票作成アプリ

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 帳票作成から確認・電子認証までの作業を効率的かつ完全なペーパーレスに

## 1. 事例概要

山岳トンネル工事従事者向けの省力化技術として、タブレットを用いた2つの帳票作成アプリを開発した。

山岳トンネル工事では、切羽の観察記録、点検記録などの帳票作成作業がカメラで撮影した写真と野帳に記録したスケッチを事務所に戻ってから帳票用紙に転記・印刷して作成する必要があるため、長時間を要した。

そこで、発注者に提出する「切羽観察記録」と労働安全衛生規則に定められている「切羽の点検記録」を、タブレット（iPad）を用いて容易に作成できるアプリを開発した。本アプリは、帳票作成から確認・電子認証までの作業を効率的かつ完全なペーパーレスで行えるとともに、作成された記録を任意のオンラインストレージで関係者と共有できる。現場で切羽の観察もしくは点検と同時に帳票を完成させることができるため、事務所での作業を大幅に削減できるようになった。

## 【機器・技術のスペック】

- Apple 社製 iPad およびタッチペン (<https://www.apple.com/jp/ipad/>)
- オンラインストレージサービス（Dropbox など）

## 2. 採用の効果

- 切羽を観察・点検しながらデータを直接入力することができるため、事務所での転記作業などを省略可能。
- iPad のカメラ機能で撮影した切羽写真を用いることで切羽のスケッチも簡単に作成可能。
- 共有サーバーなどを利用することで帳票作成と同時に共有化され、紙ベースでの回覧作業が不要な上に、電子印鑑の機能で検印作業も省略できる。
- 汎用的な計測ソフトウェアとの連携機能も有しており、併用も可能。

### 3. 課題

基本的な機能については完成済みで、現在、複数の山岳トンネル工事現場で実証確認し、確認された不具合を順次修正するとともに、利便性向上のための改良を加えている。

#### 帳票システムの概要



#### 帳票の一例 (切羽観察記録)

17:44 9月1日(火) <工事名記録一覧>

**切羽・坑内観察記録簿**

|               |                |                   |            |
|---------------|----------------|-------------------|------------|
| 工事系: 山岳トンネル工事 |                | 観察年月日: 令和2年08月28日 |            |
| 断面No: 30+07   | 入口からの距離: 783.0 | 観察番号: No. 612     | 区画: CII    |
| 土質/地質         | 観察者: 橋本博之      | 観察者No.: 3         | 観察者No.: 20 |

観察項目 (A-F) の詳細な記録表 (略)

帳票表示

CII

切羽

No. 30+07

出 発

切羽全体に粘板岩緑色岩混在層が分布している。霧は左側および右側、天馬で地山の細粒化が見られた。割目間隔は、霧は左側で20cm~50cm程度、切羽天端および右側で20cm程度であった。割目状態は、切羽左側、および右側で1mm程度、切羽天端で1mm~5mm未満程度の解離層が見られた。切羽全体でしみ程度の湧水があった。湧水による劣化は見られなかった。発破直前後に2000kg級のブレーカーで素掘り面の整形およびコソクを行った。切羽左側はブレーカーによるコソクに時間を要した。

## AR 安全可視化システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 情報の「見える化」で作業をより安全に

### 1. 事例概要

対象物の位置情報等をカメラ映像上に AR 表示させることによる「見える化」で位置情報の確認や安全確保の支援ツールとして活用するシステムである。代表的な活用場面は以下の通りである。

#### ①安全航行ナビ

船舶の操縦者に対して、タブレット上のカメラ映像に予定針路や警戒ライン等を AR で「見える化」し、安全な航行をナビゲートする。

#### ②潜水士安全確認ツール

潜水作業を伴うクレーン作業時において、クレーンオペレータに対して潜水士と吊荷の位置などを AR で「見える化」し、接触防止を図る。

#### ③位置確認ツール

水面下や死角等により直接目視確認が難しい作業時に、クレーンオペレータに対して構造物の位置確認やグラブバケット位置などを AR で「見える化」し、接触防止を図る。

### 【機器・技術のスペック】

「Netis: KTK-190007-A」を参照

### 2. 採用の効果

#### ①安全航行ナビ

海図などと現実空間を見比べていた従来と比較して、現実空間画像に各種情報を表示することで視覚的・直感的な安全管理が可能となり、作業安全性が向上する。特に、浅瀬等の危険エリアや進入禁止エリア等が多い現場、夜間航行や濃霧航行時の操船支援、航行船舶の多い現場において高い効果を発揮する。

②潜水士安全確認ツール

水中の潜水士の位置を確認することができるため、潜水士の安全確保を図ることができる。また、吊荷の位置を中心とした警戒エリア内に潜水士が進入すると注意喚起を促すアラートとメッセージが表示され、安全な作業に貢献する。

③位置確認ツール

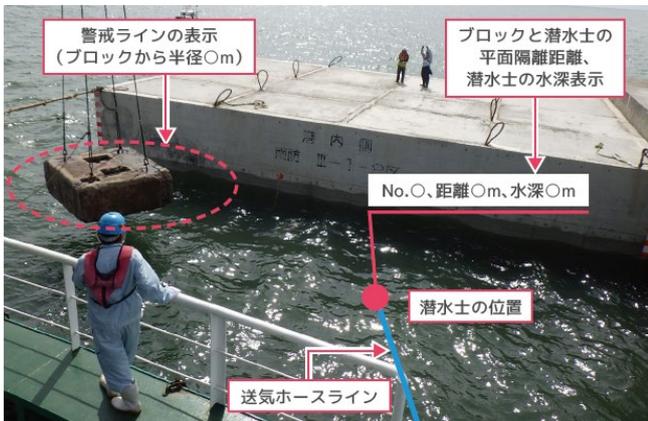
地中・水面下などの目視できない環境や夜間や逆光環境等の目視確認が難しい場面において、視覚をサポートする。周辺状況を確認しやすく、スムーズな重機オペレーションを可能とする。

3. 課題

利用にあたっては、位置情報取得できる環境下であること、タブレット通信ができる環境であることが求められる。



安全航行ナビ 利用イメージ



潜水士安全確認ツール 表示イメージ



位置確認ツール 表示イメージ

## トンネル工事における携帯端末を使用した施工管理

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 携帯端末アプリの有効利用による業務の効率化を実現

#### 1. 事例概要

当該工事では、トンネル坑内無線ネットワークと携帯端末用アプリを組み合わせた情報共有システムを構築し、施工管理の生産性向上および品質向上を実現した。

これまでの携帯端末を利用した施工管理（図面や資料の保管、カメラ・電子黒板）方法に加え、チャットや画像共有、文書共有による迅速なコミュニケーションが可能となり、生産性が向上した。

携帯端末機を掘進管理室にも常設し、掘削指示書や掘進日報などを「eYACHO」で作成・共有をした。専門業者が作成した内容を現場職員がどこでも確認できるうえ、職員から指示事項を書き込むことでリアルタイムの情報共有が可能となり、シールド掘進管理の品質向上が効率的に行うことができた。

また、携帯端末を使用することで打合せ書類を削減させるとともに、本社支店など遠隔地との Web 打合せが容易となり、経費の削減を実現した。

#### 【機器・技術のスペック】

携帯端末機 : iPad、iPhone

アプリケーション : Box（クラウドストレージ）

eYACHO（デジタル野帳）

Amaryllo（Web カメラ）

Direct（チャットツール）

Zoom（Web 会議システム）

SiteBox（電子黒板）

等



## 2. 採用の効果

携帯端末からの資料作成が可能となったこと、チャットや画面を通じた具体的な連絡がその場で可能となったことで、職員の移動時間が1時間/日程度削減され業務の効率化が実現した。

各種アプリの効果により、職員1人あたり月間約20時間の労働時間が短縮できた。

打合せ書類のデジタル化によって印刷材が年間60万円の削減できた。

## 3. 課題

導入開始初期は操作の慣れが必要で個人差もある。より有効に活用するためには、導入教育が望ましい。

掘削指示書

| 2021年9月28日(火曜日) |       | 夜       |      | 掘削       |      |
|-----------------|-------|---------|------|----------|------|
| 長町ミニシールド        |       | 作業所     |      | クボタ建設 山田 |      |
| 掘削No.           | 中心線目標 | 左右折角(度) |      | 基準掘削     |      |
| 792             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |
| 793             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |
| 794             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |
| 795             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |
| 796             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |
| 797             | S     | NO.1    | NO.2 | NO.1     | NO.2 |

シールドセンター

シールドレベル

管理記録簿(土圧(MPa))

作業記録簿(土圧(MPa))



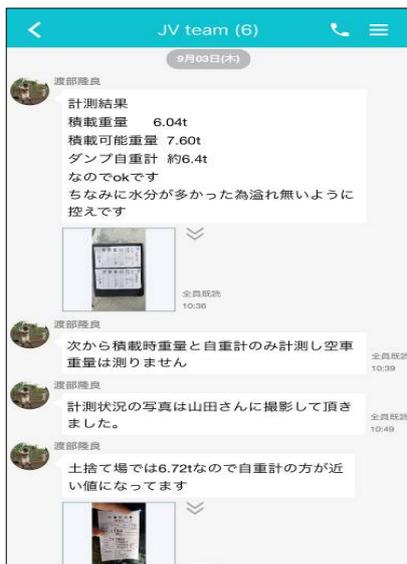
発信・共有

発信・共有



Zoomでの会議状況

eYACHOOでの情報交換例



Directでの情報交換例

## トンネルの3次元出来形管理（出来形マイスター・トンネルPKG）

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 施工範囲を見える化

#### 1. 事例概要

新幹線のトンネル工事現場において、レーザースキャナで計測した坑内点群をもとにアタリ（地山の掘り残し）判定を行った。

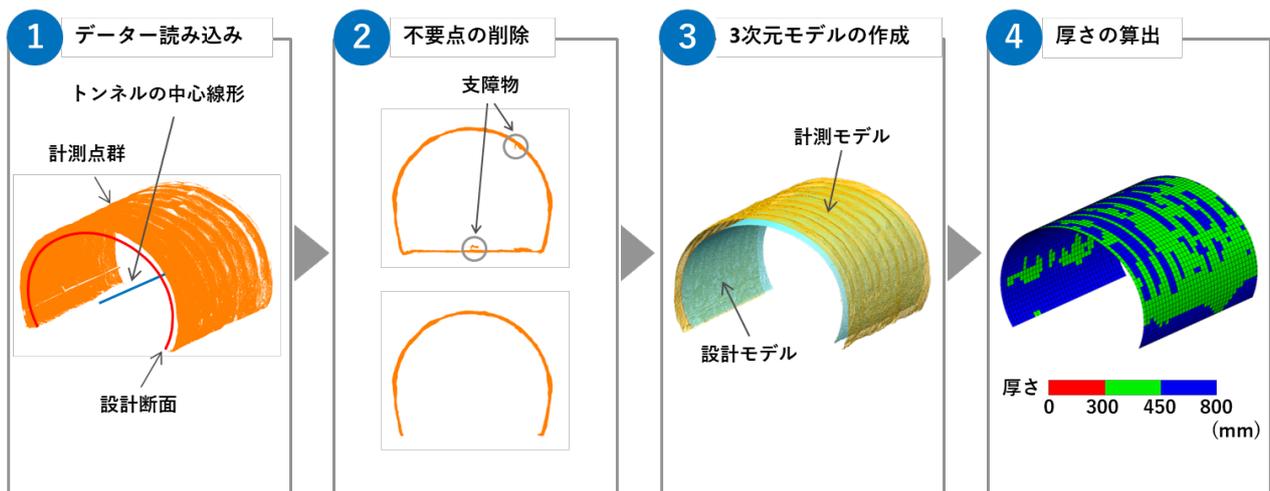


図-1 厚さ算出の処理フロー図

本ソフトウェアを利用するための推奨動作環境は、以下のとおりである。なお、ベータ版は、日本ユニシス・エクセリューションズの HP (<https://www.excel.co.jp/polygon/dekigata/>) より 30 日間無料トライアル可能である。

表-1 推奨動作環境

|           |  |
|-----------|--|
| CPU       | Intel® Core™ i5 や Intel® Xeon®等と<br>互換性のある CPU (クアッドコア) 以上   |
| メモリー      | 8GB 以上 (64bitOS)   |
| ドライブ空き容量  | 5.7GB 以上   |
| GA        | 3D アクセラレータを搭載した OpenGL®対応ボード<br>(NVIDIA Quadro® FX1800 相当以上)<br>または<br>CPU 内蔵 Intel® HD Graphics Family<br>(Intel® HD Graphics 3000 以上)                  |
| 表示解像度     | 1280x1024 以上 True Color 対応   |
| 入力装置      | キーボード、3 ボタンまたはホイールマウス  |
| 周辺機器      | DVD-ROM ドライブ   |
| 対応 OS     | Windows® 10 (Pro/Enterprise) (64bit 版)<br>Windows® 8.1 (Pro/Enterprise) (64bit 版)<br>Windows® 7 (Professional/Enterprise/Ultimate) SP1 (32bit 版/64bit 版) |
| 必要なソフトウェア | Microsoft Excel®, Microsoft® Internet Explorer®, Adobe® Reader®  |

## 2. 採用の効果

### 1) LS 計測による点群データを自動処理

施工中のトンネルを LS 等で計測したデータは、風管や重機なども計測するため、評価する前に不要点を削除する処理を行う必要がある。「出来形マイスター」は読み込んだ生の計測データに対して、設計データを参照することで、評価に必要な点群のみを抽出し、不要データを自動削除する機能を有する。

### 2) 覆工コンクリート打設前の 3 次元モデルによる施工管理

覆工コンクリートの打設前においては、掘削、コンクリート吹付け後に内空の LS 計測を行い、3 次元計測データと設計モデルを重ね合わせヒートマップを作成することで、巻き厚検査の自動化が可能となる。覆工の打設数量も算定することができ、過不足のないコンクリートの打設計画が可能となる。

### 3) 余掘り管理および当たり判定

余掘り量をヒートマップで見える化、数値化することができる。特に無普請区間において、作業員との打合せ資料として活用する事で余掘り量を 10%低減できた。また、新幹線トンネル工事のように FILM (背面平滑型トンネルライニング工法) を施工する際、吹付けコンクリートの凹凸やロックボルトの頭等が型枠に当たるかどうかを事前に確認する事が出来る。1 計測で 20m 範囲 (LS 設置個所から 10m 球内) の確認が可能である。

## 3. 課題

現状、計測したデータは現場事務所に持ち帰ってから処理を行う必要があるため、リアルタイムで確認作業が行えるようにソフトを改良する必要がある。

| ICT-FULL 活用工事 |          |            |           |            |
|---------------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類      | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|               | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|               | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|               | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス      | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|               | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果          | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## ICT フル活用による工事管理の効率化・高度化の取り組み

### 1. 事例概要

新東名高速道路川西工事は、神奈川県西部の足柄上郡山北町に位置する総延長 2.6km の高速道路の新設工事である。総盛土量約 320 万 m<sup>3</sup>、最大高さ約 70m の大規模盛土を行う塩沢工区と、総切土量約 83 万 m<sup>3</sup>、最大高さ約 70m の長大法面切土を行う向原工区の 2 工区で構築される。本工事は発注者である中日本高速道路株式会社より ICT-FULL 活用工事に指定され、測量、設計、施工、検査、納品に至る一連の建設生産システムにおいて、3次元データを一気通貫(図1)で活用することで、建設現場全体の生産性を向上させる取り組みを受発注者が協調して進めている。

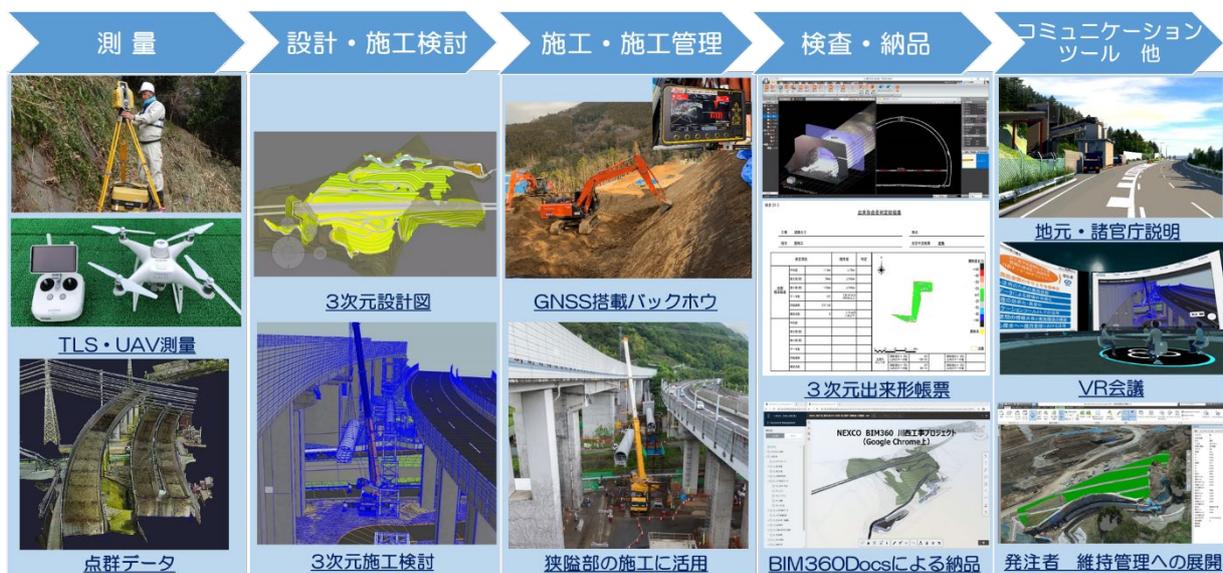


図1 川西工事 i-Construction の取り組み

## 【機器・技術のスペック】

### <測量>

- ・受注者職員や土工協力業者が必要なタイミングで行う、地上型レーザスキャナ (TLS) や UAV での測量。
- ・測量で取得した点群データによる、土工数量の算出や仮設道路計画 (図 2)。
- ・受発注者と協力業者間でのクラウドシステム点群データの共有による、効率的な進捗確認。

### <設計・施工計画>

- ・3次元図面による設計上の不整合箇所を早期に発見し、工事着手時の手戻りを防止。
- ・3次元図面を AR や VR に展開し、諸官庁や地元見学者への現場説明ツールとして活用。
- ・施工前に施工 STEP を3次元モデル化し、施工シミュレーションを実施し安全・工程を事前確認。
- ・遠隔参加型 VR システムを用いて、遠隔地から VR 空間に同時没入し、遠隔施工検討会を実施。

### <施工>

- ・MG・MC を活用した ICT 土工機械を活用し、品質管理・安全管理で活用。
- ・点群をもとにパイロット道路を計画し、そのデータを MG バックホウへ展開 (3次元データの効率化)
- ・AI を搭載した人影感知センサーを設置した ICT 建機を採用し、エンジン制動と連動させた安全管理。

### <出来形検査>

- ・測量で取得した点群データと設計図面との比較で合否判定し、現地検査削減による省力化。
- ・VR による出来形検査 (試行) の実施。

### <納品>

- ・3次元関連データのクラウドシステム保存・提出での、受発注者間の一元的なデータ共有の効率化。

### <維持管理への展開>

- ・高速道路供用後の維持管理で活用できる情報を検討し、CIM モデルを作成。



図 2 点群を活用した仮設道路計画

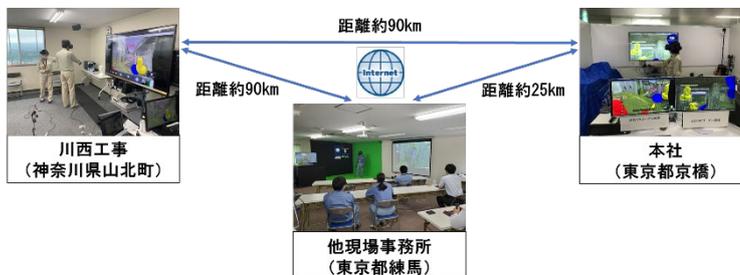


図 3 遠隔参加型 VR システム

## 2. 採用の効果

- ・UAV 測量と点群データの活用により、出来高測量は約 8 割、仮設道路計画は約 9 割省力化を達成。
- ・遠隔参加型 VR システムでの遠隔施工指導による、現地への移動時間削減および詳細かつ高度な施工検討を実現し、会議に要する時間を 8 割削減 (図 3)。
- ・ICT 施工により、土工事は盛土で約 2 割、切土で約 4 割省力化を達成。さらに、手元作業員や測量作業員が重機に近づく機会を減らすことで、重機との接触災害防止による、安全性の向上を実現。
- ・ICT を活用することにより生産性向上だけでなく、安全にも大きく貢献。

## 3. 課題

川西工事では、ICT フル活用による生産性が向上した現場を目指し、現在では 40 を超える取り組みを行っている。今後も積極的に ICT の導入を進めていくとともに、これらの取り組みを他現場へ展開できるよう、パッケージ化していくことが今後の課題である。

リアルタイム自動配筋検査システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

現場でらくらく配筋検査，わずか7秒で帳票作成

1. 事例概要

配筋検査は、検査帳票作成や検査用具準備、自主検査および段階確認など複数人で多くの時間を要するため、検査の精度維持と省人化・省力化の両立が長年の課題であった（写真1）。課題解決のため、3眼カメラを用いた配筋システムを開発し、東北地方整備局発注の東根川橋上部工工事では、本システムが規格値を判定可能な精度を有することが認められ、発注者監督員の段階確認に全ての工種を通じて国内で初めて適用された。新思惟大橋上部工工事では半年以上にわたり日常的に使用し躯体完成に至った（写真2）。また、遠隔臨場との高い親和性も確認している。

本技術は、国土交通省の「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」に2度採択され、両者でA（社会実装の実現性が高い）と評価された。

【機器・技術のスペック】

システムは、写真3のように3つのカメラとタブレットPCの他に、暗所での撮影のためLED照明を備えている。現場での足場昇降を考慮し、肩幅より狭い横幅300mm程度とした。重量は3kg程度で、防



(a) システム利用した遠隔臨場 (b) 従来検査  
写真1 配筋検査比較

写真2 検査状況  
(新思惟大橋上部工工事)

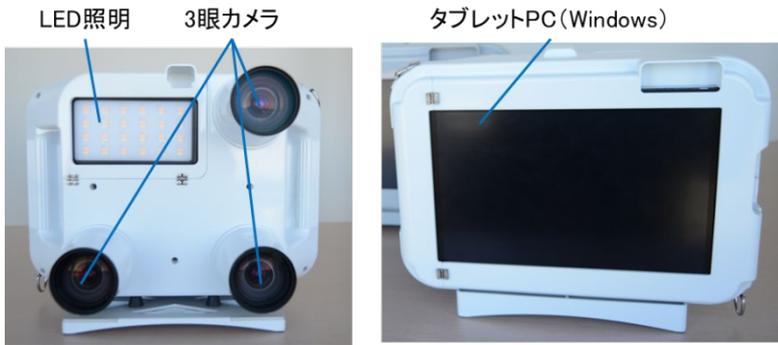


写真3 システム外観

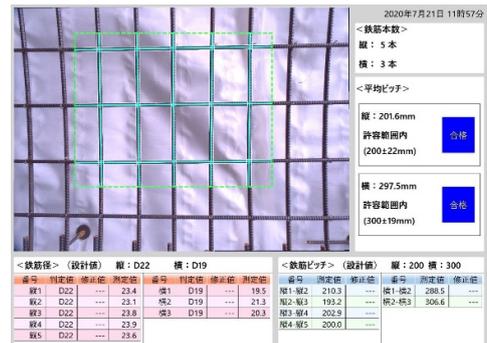


写真4 検査帳票の表示例

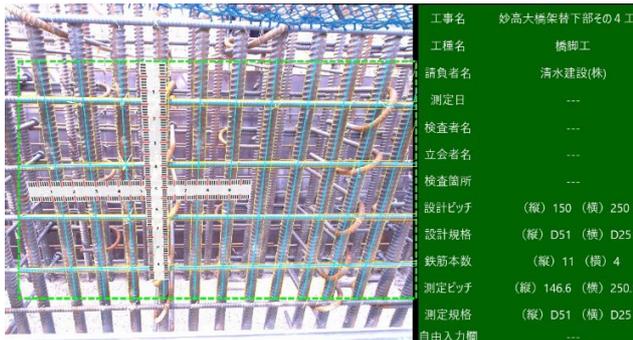


写真5 電子検尺ロッドや電子黒板の表示例

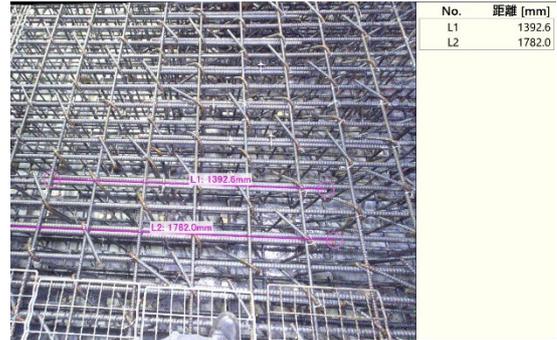


写真6 重ね継手長計測の表示例

水・防塵機能を有する。撮影ソフトを起動後、カメラを稼働させた状態において3時間20分程度動作する。撮影ボタンを押し計測範囲を設定するという簡単な作業で、支障となるブレースなどを自動除去し、上下2段の縦・横方向配筋、合計4段の同時計測が可能であり、写真4のような検査帳票が鉄筋の層毎に表示される。撮影距離は配筋面に対して1.3m程度とし、45度以内の角度であれば正対する必要はない。撮影距離の1.3mの場合の計測範囲は、約1.1m四方である。タブレットPCで計算するため、インターネット環境のない場所でも使用することができる。また、写真5のように計測結果への3次元位置情報を考慮した電子検尺ロッドの重畳や電子黒板表示も可能である。広範囲の検査が必要な場合は、複数枚の画像間の鉄筋の特徴点を対応付けることにより、自動的に統合できる。写真6のように重ね継手長さも算定可能である。また、改ざん検知機能も有している。システムのカメラとWeb会議システムを利用して遠隔臨場が可能であり特別な機器は不要である。

## 2. 採用の効果

### ①生産性向上・省人化効果

- ・従来、段階確認では施工者3名で作業していたが、本システムにより、1名で対応可能で、配筋検査にかかる時間を生産性向上と省人化により75%程度削減できる。
- ・遠隔臨場と組合せた場合、監督員は執務室から複数現場を効率的に管理でき生産性が向上する。

### ②安全性向上効果

- ・現場での作業時間を85%削減でき、非接触で安全な足場から検査が可能になること、検尺ロッドの落下の危険性が除去できるなど、安全性向上にも貢献できる。
- ・1名で配筋検査ができることから新型コロナウイルス感染症対策にも貢献できる。遠隔臨場との組合せにより監督員は検査のための移動がないため、移動による交通事故を撲滅できる。

## 3. 課題

鉄道高架橋のはり部材のように、はりの軸方向鉄筋や横方向鉄筋、床板鉄筋が配置されるような高密度配筋の場合に検査対象の鉄筋を抽出することが困難なこと。

# 清水建設株式会社

## 遠隔臨場・立会\_支援ソリューション

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## ウェアラブルカメラ ブレない映像で 遠隔業務効率を改善

### 1. 事例概要

ウェアラブルカメラは、ブレない鮮明な映像を出力するため、熟練者は映像酔いせず、現場社員に的確な遠隔支援が可能。主に立会検査、施工管理、定期巡回、教育などの用途で使用しており、現場への移動時間を削減できるため、生産性が大幅に向上する。

### 【機器・技術のスペック】

|      |  |
|------|--|
| 使用機器 | ウェアラブルカメラ  |
| 技術   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 独自開発の強力ブレ補正機能により、映像酔いや画像ブレを解消</li> <li>● 鮮明な映像（歪みがない、低ノイズブロック、適正露出で白飛びがない）</li> <li>● 既存スマホまたはタブレット、汎用 Web 会議アプリ (Teams、Zoom、CiscoWebEx など) と組み合わせるシンプルな構成のため、セキュリティ面も安心でき、お手軽に遠隔支援を実現可能</li> </ul> |
| 参照元  | <a href="https://xacti-co.com/solution/remote_support/">https://xacti-co.com/solution/remote_support/</a>  |

<頭部取付用カメラ>



<胸部取付用カメラ>



<ブレ補正機能>



ブレ補正デモ動画

## 2. 採用の効果

遠隔支援を実現するためには、撮影機能を補完するウェアラブルカメラが必要不可欠である。簡易な記録撮影であれば、スマホやタブレットのカメラでも十分であるが、手振れによる映像酔い、暗所での画質劣化、手持ち撮影による作業効率悪化、防塵防水性能がない点などさまざまな課題が発生していた。

株式会社ザクティの「ウェアラブルカメラ」を採用した結果、まずブレ補正機能により起伏が多い土木現場でも、ブレのない安定した映像を遠隔地側で確認することができストレスを全く感じない。また、トンネル坑内での立会検査などにおいては、照明設備の配置によって、明暗コントラストが極端に発生する場合や、十分な明るさのない環境での撮影も必要となる場合もあるが、鮮明に状況が確認できる。さらにハンズフリーで撮影できるため作業にも集中できる。加えて既存のスマホやタブレット、汎用 Web 会議アプリと組み合わせるシステム構成であるため、即時導入ができ、余分な費用が発生しないことも大きなメリットとなる。電波環境が悪い現場では、スマホやタブレットに映像保存しておき、作業後にクラウドサーバへアップロードするといった、臨機応変な対応が可能である。

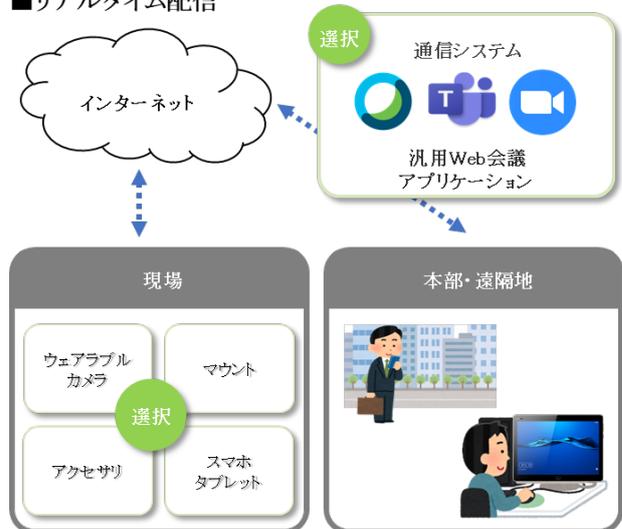
## 3. 課題

導入現場にアンケートを取った結果、1タッチ接続の観点から、無線モデルの要望が出てきている。1タッチ接続は、まず、スマホやタブレット上から簡単に映像配信できるよう開発が進んでいる。

### ■ウェアラブルカメラ一式の装着例



### ■リアルタイム配信



### ■クラウドサービス



遠隔管理システム（OPENSOURCE）を活用した施工管理

|          |           |           |           |            |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（遠隔管理） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）   | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

360 度画像と簡易点群を活用した遠隔現場管理の実施

1. 事例概要

近年、働き方改革や新型コロナウイルス感染拡大防止の為に、出勤する職員数を減らさないといけな  
い在宅勤務やコロナ禍移動制限のために、社内パトロールが中止になり社内サポートを受けられ  
ない期間が存在した。

こういった状況下において、現場では ICT を活用し現場を遠く離れた場所や在宅勤務地からでも、安  
全・品質管理等が行える「遠隔管理システム（OPENSOURCE）」を導入することで、遠隔地から多数視点に  
よる施工管理を可能とした。

【機器・技術のスペック】

遠隔管理システム：OPENSOURCE

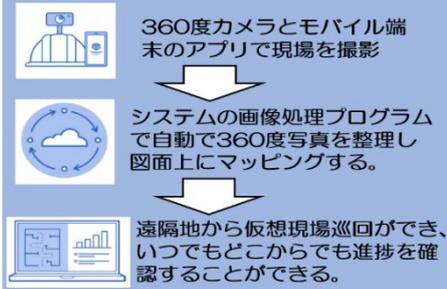
簡易点群取得（LiDAR 機能）：iPhone12 Pro

遠隔管理システム（OPENSOURCE）とは、現場内を 360 度カメラで撮影することで、360 度画像を図面上  
の位置と紐づけて記録することができるシステムである。画像の記録は、360 度カメラで現場内を数分歩  
くだけで完了し、撮影したデータをクラウドに登録することで AI が収集画像から撮影位置を特定し、図  
面上に自動マッピングしてくれる。クラウド上に保存された記録画像にアクセスすることで現場に足を  
運ばなくても遠隔から任意の場所の施工状況を 360 度画像で確認することができるのである。

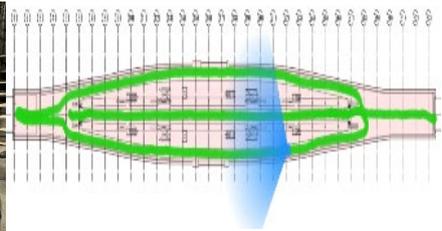
このシステムはパソコンからだけではなくモバイル端末のスマホやタブレットからもアクセスするこ  
とができる為、隙間時間を利用しての現場巡回が可能となった。またシステムには簡易点群を取得登録す  
る機能がある為、現況点群をクラウドに保存でき遠隔地から寸法や距離を計測することもできる。

参照元：<https://www.openspace.ai/>

## 360度画像管理システム



360度カメラで撮影してシステムにアップロード



図面上に自動マッピングし歩いた軌跡が表示される。  
緑：軌跡



図1 360度画像の時系列比較

同じ場所の異なる日時の画像を比較して表示することができる為、進捗の確認が容易。

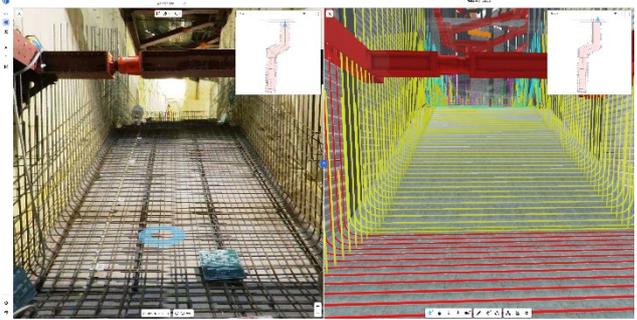


図2 360度画像とBIMモデルの比較

360度画像とBIMモデルを比較することで設計と施工との差異を日々検討できる。

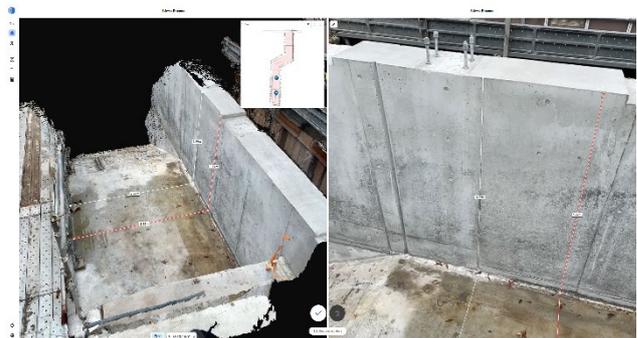


【巡回者】安全・品質などの指摘がある場合はコメントを記入

【担当者】指摘箇所を確認し是正実施。

【巡回者】巡回者はシステム内で是正確認。

図3 現場点検・巡回業務の効率化



LiDAR画像

360度画像

図4 LiDARで取得した点群で距離計測  
360度画像とLiDAR点群が紐づいて距離の計測が可能。

## 2. 採用の効果

- ・360度画像の施工記録が残せて、画像をもとに遠隔地から現場巡回ができる。
- ・360度画像の時系列比較（同一位置・同一方向）ができる。図1
- ・360度画像とBIMモデルとの比較ができる。図2
- ・画像の任意の場所にコメント記入できる。（現場点検・巡回業務の効率化）図3
- ・撮影した360度画像を現地で携帯端末にて透過できるので可視化が簡単にできる。
- ・簡易点群（スマホのLiDAR機能）から画像と点群の距離をシステム内で計測できる。図4

## 3. 課題

- ・BIMモデルとの比較には設計3Dモデルを作成する必要がある。

## 遠隔臨場の活用による緊急工事の生産性向上

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 遠隔臨場システム「Generation-Eye」によるノンストップ施工

## 1. 事例概要

本工事は、令和元年にわが国を縦断した台風 19 号で被災した荒川左岸の緊急復旧工事である。緊急復旧工事は、5 か月間で 3 t 級の消波根固めブロックを約 4,200 個製作し、約 6,200 個の運搬および据付けまでを完了させる急速施工であった。このため、消波ブロックの製作や運搬据え付け作業を中断させることなく工事を進める必要があった。

本システムは、映像と音声をハンズフリーで双方向通信を可能にするウェアラブルカメラと通信機器にて構成されている。検査を受験する現場側からはスマートグラスで現場の状況を映像、音声、静止画などでインターネットを介して発注者側に送る。これらの情報は、スマートグラスに内蔵されたカメラとマイクによって取得される。一方、検査を実施する事務所側ではパソコンや iPad などを用いて現場側から送られてくる情報を確認する。その際、事務所側は、音声に加えて画像（指さしやを赤ペン、文章）などで指示を出すことができる。これらの指示を受信した現場側では、スマートグラスの単眼モニターや内臓スピーカーで確認する。

## 【機器・技術のスペック】

Generation-Eye : NETIS KT-190074-A

ウェアラブルグラス : VUZIX M300 スマートグラス、カメラ（静止画 1,000 万画素／動画 1080p）ぶれ補正・オートフォーカス、マイク（M300 ステレオ）、スピーカー（BT-350 ステレオ）、フラッシュ・シーンイルミネーション、内蔵ヘッドトラッカー、

通信機器 : LTE モバイルルータ AtermMR05LN、転送レート（平均 12Mbps）

## 2. 採用の効果

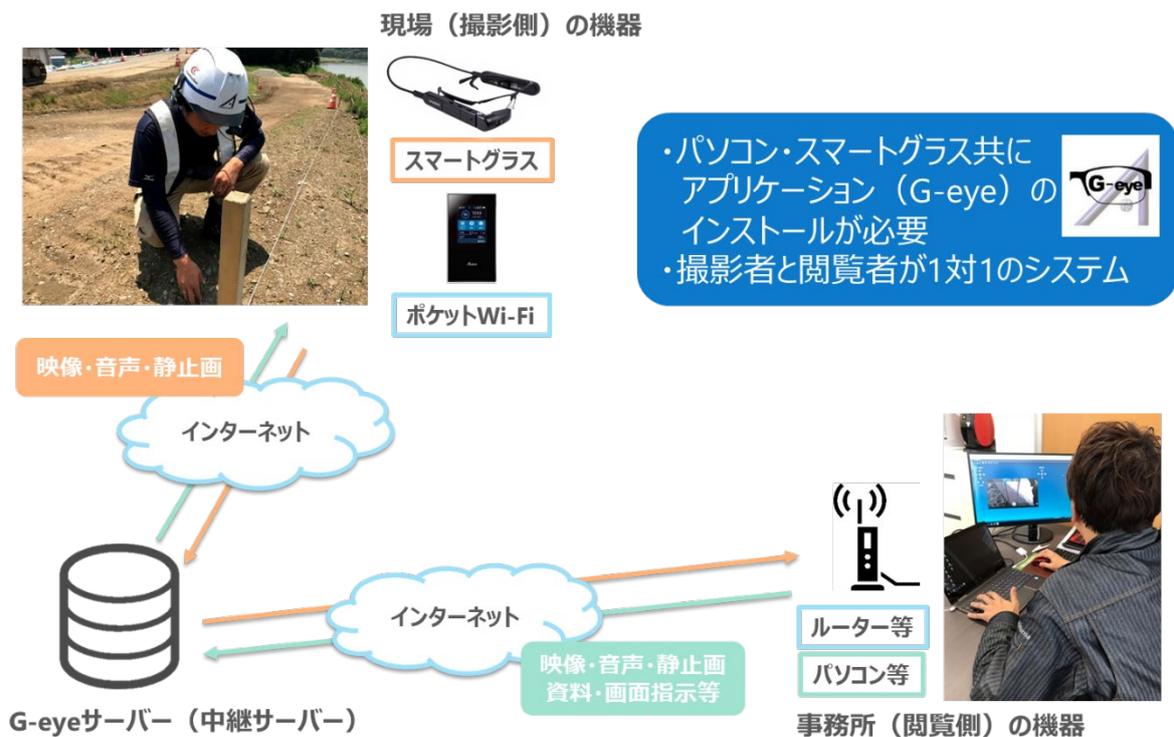
1回の臨場検査で要する時間（準備＋待機＋検査）のうち、待機にかかわる時間（検査員の約30分の移動時間、検査順番待ちに要する待機時間）を短縮することができた。

## 3. 課題

本システムは、5Gに対応した仕様であったため、通信環境の影響が大きい。特に高圧線などの鉄塔付近が近傍にある場合は電波の遮断が懸念される。

i P a dを用いた遠隔臨場も可能ではあるが、映像等の保存容量に課題が残る。

レベル等の器械を用いた検査立会には活用できない。



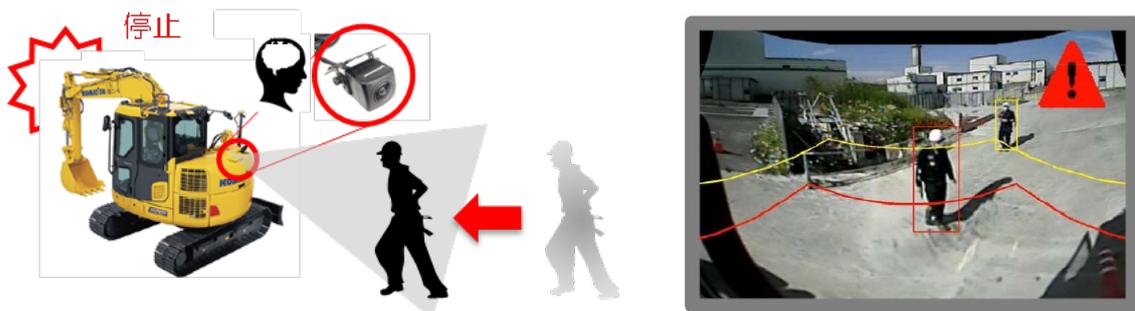
## AI カメラを用いた人体検知システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 建機に搭載して人と建設機械の接触災害を未然に防止する技術

## 1. 事例概要

現在は磁界や電波等を発する主装置を重機に取付け、IC タグ等のセンサーを持った作業員が主装置の有効範囲に入ると反応するシステムが主流である。ところが、IC タグの運用が手間であったり、検知範囲の調整等が難しい現場もあるため AI・画像処理の技術により、人体だけを確実に検知して警報や自動停止するシステムを提供する。

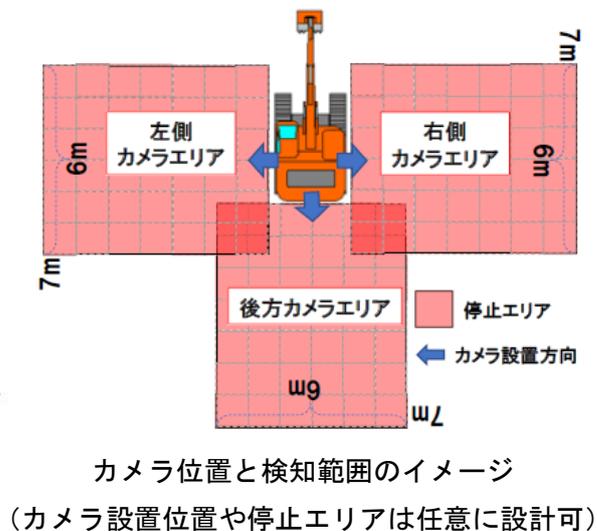
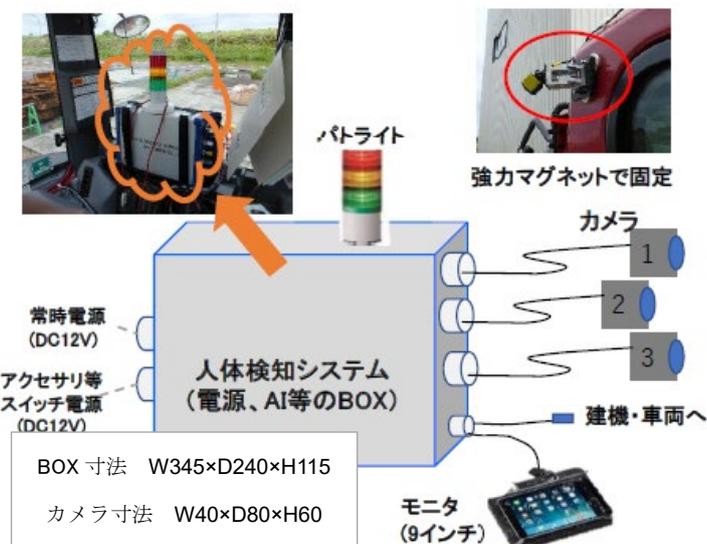


自動安全停止システムイメージ

## 2. 採用の効果

- ・建設機械や車両、あるいは立入禁止区域等にカメラを設置して、人工知能（AI）による画像処理にてカメラの画像の中の「人体」のみを高速で判定。
- ・判定結果はモニター表示とパトライトによる警報出力だけでなく、車載停止装置と接続すると自動停止が可能であり、現場作業の安全支援装置として使用できる。
- ・通常作業時は、死角を映すバックモニターとしても使用できますが、オプションとしてカメラを増設（～3台）したり、HDD等の記録媒体を搭載して作業記録も可能。

・システムの詳細



・搭載実績



20t 級油圧ショベル



ダム用バイバック



高所作業車(警報のみ)



12t バッテリーロコ



11t キャリアダンプ

3. 課題

学習した条件 (GL からの設置高さ、1m~3m) による検知を一番得意とする。カメラは近距離用 (~8m、水平 140°・垂直 110° 視野)、遠距離用 (~20m、水平 50°・垂直 27° 視野) が設置可能で、機械の大きさや作業の条件によって警報・停止等を要求したいエリアを設計・設定することが可能である。出力は 7 インチモニターと警報音付きパトライトが標準で、設定したエリア毎に警報と画面表示をする。また、機械・車両側に「減速」や「非常停止」といった機構を持っていれば、本システムを連動することも可能である。よって、全ての作業環境、どんな機械車両にも連動するものではない。

本システムは運転者の安全運転および安全な作業を補助するものであり、あらゆる状態での衝突を回避するものではない。「誤検知」「未検知」等のトラブルが発生する可能性があるため、システムだけに頼った運転または作業は行わず、周囲の状況・天候などに合わせた従来通りの安全指示事項を必ず守らなくてはならない。また、本システムの認識性能、制御性能には限界があり、説明書に書かれている注意を必ず読み、性能を理解した上で使用する事が大事である。

## コンクリート品質管理システム「it-Concrete」の活用

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 生コン情報をクラウドサーバーでリアルタイムに見える化

#### 1. 事例概要

本工事は東海環状自動車道西回りの養老IC～大安ICの未整備区間の津屋川橋のRC橋脚1基を施工するものである。橋脚躯体工のコンクリート打設時に製造・運搬・打込み情報を電子化、クラウドで共有するコンクリート品質管理システムを導入し、生産性向上、品質向上を図った事例である。



写真1 現場実施状況

本件は NETIS 登録：KT-200152-A「コンクリート品質管理システム it-Concrete」を活用している。インターネット接続に接続できるタブレット、スマートフォンやパソコンがあれば、基本機能が利用可能である。本件では、オプションである生コン工場連携機能を東海地区で初めて導入し、工場出荷作業および現場受入作業の更なる生産性向上を図った。

本システムは以下の体制で提供されており、ホームページでパンフレットや概要動画の閲覧が可能である。

販売元：成和コンサルタント株式会社

<https://www.seiwac.co.jp/> E-mail: it-concrete@seiwac.jp

販売代理店：日建リース工業株式会社

TEL 03-3295-7201

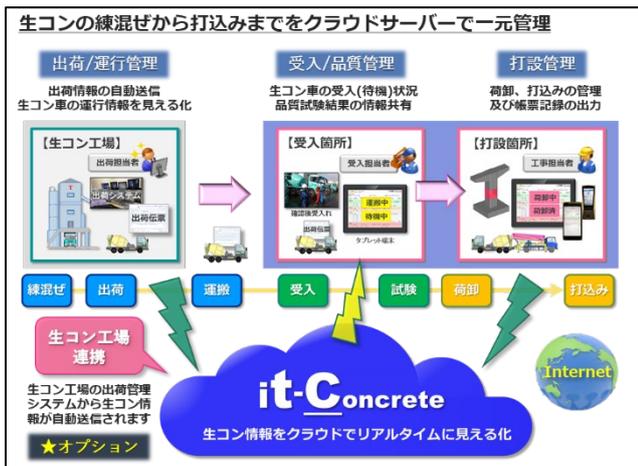


図1 it-Concrete のシステム概要

| 出荷順   | 運搬車番号 | 納入時刻  | 納入時刻  | 運搬  | 荷卸開始  | 荷卸完了  | 経過  | 納入   | 備考  | 品質 |
|---|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|------|-----|----|
|   |       | 発     | 着     | (分) | 時刻    | 時刻    | (分) | (m³) |     | 試験 |
| 【準備中】   |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 30-12-25N(30-12-2) 株式会社土屋産業 RMCセンター 出荷累計:80.00m³                |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 20  | 0027  | 10:50 |       |     |       |       | 14  | 4.00 |     |    |
| 19  | 0030  | 10:37 | 11:02 | 25  | 待機中   |       | 27  | 4.00 | 柱-1 |    |
| 18  | 0033  | 10:35 | 10:58 | 23  | 待機中   |       | 29  | 4.00 | 柱-1 |    |
| 【荷卸中】   |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 柱-1 30-12-25N(30-12-25N) 株式会社土 RMCセン 入荷累計:68.00m³               |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 17  | 0028  | 10:31 | 10:55 | 24  | 10:58 |       | 33  | 4.00 |     |    |
| 【前卸済】 ※直近2台のみ表示 [全台表示]  |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 柱-1 30-12-25N(30-12-25N) 株式会社土 RMCセン 打設累計:64.00m³(28.00m³/直近1h) |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |
| 16  | 0031  | 10:21 | 10:46 | 25  | 10:50 | 10:58 | 37  | 4.00 |     |    |
| 15  | 0032  | 10:13 | 10:43 | 30  | 10:47 | 10:50 | 37  | 4.00 |     |    |
| 【返却】  |       |       |       |     |       |       |     |      |     |    |

図2 it-Concrete のタブレット画面例

## 2. 採用の効果

生コン運搬車の運行状況をリアルタイムで把握できるので、現場作業の準備・調整を円滑に進めることができ、打設時間を最大2割、短縮して生産性が向上した。打設終了後はクラウド上の当日打設データを確認することで、帳票作成の業務時間が50%以上短縮により生産性が向上した。生コン車の配車最適化や作業時間の短縮により間接的にカーボンニュートラルにも寄与することができる。

生コン運搬車の運行状況のほか現場待機状況をリアルタイムで確認できるので、練り混ぜ終了後からの経過時間等も全台数把握できる。出荷調整、作業調整を的確に対応することができ、打ち重ね時間の短縮などの品質向上につながった。

本技術の効果については、2018年度に国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」(PRISM)にて試行し、効果を実証、高評価を得ている。

国土交通省主催の技術報告会：<https://www.mlit.go.jp/common/001302168.pdf>

## 3. 課題

特にシステムの基本機能に関する課題はなかった。生コン工場連携については、現状、各地区の生コン組合や工場に対して、個別に協力を得る必要があり、現場や工場の更なる生産性向上のためには広範な普及が望まれる。

## 切羽プロジェクトマッピング

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 地盤情報の可視化技術の採用で発破を適正化し生産性向上を実現

## 1. 事例概要

山岳トンネル工事では、通常、昼夜の2班に分かれて掘削作業を行うが、交代で入坑する作業員は切羽が吹付けコンクリートで覆われているため、亀裂の位置や状態、色の違いで見分けられる岩種や風化の度合い等の切羽状況については目視で確認できない（写真1）。一方、近年様々な調査技術や評価技術が開発され現場適用されているが、その結果についてはPCやタブレット端末を操作して確認する必要があり、作業中の現場では容易かつ時宜にかなった情報の取得が難しい。

以上の背景から、作業中の切羽において施工に関わる情報を簡単に確認、共有できるよう、切羽をスクリーンとして種々の情報を投影する「切羽プロジェクトマッピング」技術を開発した。

## 【機器・技術のスペック】

切羽プロジェクトマッピングは、次の特徴を有する。

- ・ トンネル掘削の主要機械である油圧削岩機（ジャンボ）にプロジェクターを搭載。
- ・ 吹付け前の切羽写真（写真2）と地盤硬軟を表すコンター図（写真3）を切羽に投影可能。
- ・ 投影画像は、ジャンボが切羽に正対せずとも、切羽の形状に合わせて歪みなく投影される。



写真1 吹付けに覆われた切羽



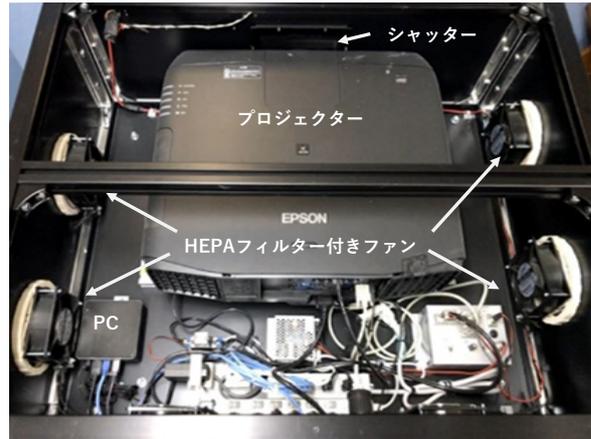
写真2 投影された切羽写真



写真3 地盤硬軟コンター図



(a) ジャンボ操作席のプロジェクター



(b) 保護ケースに収められたプロジェクター

写真4 投影装置の設置状況およびプロジェクション装置

- ・ 投影情報の取得や投影準備は自動で行われ、簡単なスイッチ操作のみで画像投影が可能。

投影装置については、機器類の設置等の手間なく活用できるよう、切羽作業で使われるジャンボの操作台の上に搭載する（写真4(a)）。また、切羽の正しい位置に歪み無く画像を投影するマッピングには、プロジェクターの位置座標が必要となるため、近年普及が進んでいる削孔ガイダンス機能を有するジャンボの位置座標および姿勢情報を利用している。搭載に当たっては、粉塵、滴水、振動の他、プロジェクターやPCの放熱にも対応するシャッター付き保護ケースを使用する（写真4(b)）。

投影画像データは全て外部サーバーを介しており、作業員、現場技術者は適宜画像を確認することができる。画像作成のための削孔データ、写真データともにCIMとの連携が可能となっている。

なお、本技術はドリルNAVI対応の削孔ガイダンス付きジャンボ（古河ロックドリル製）、自動測量システムは、マック株式会社製となっている。今後は、上記の条件に依らない運用を可能にしていく。

- ・ 古河ロックドリル：<http://www.furukawarockdrill.co.jp/products/drilljumbo/jumbo-index.htm>
- ・ マック株式会社：<http://mac-net.co.jp/product/#laser-surveying>

## 2. 採用の効果

東北地方整備局発注の国道106号下川井トンネル工事においては、本技術の採用により切羽の地質状況に応じた削孔間隔の設定や装薬量の調整を適正化により、それまで1週間あたり3~4回発生していた過装薬による余掘りや薬量不足による掘り残しの発生がなくなった。過剰に掘削してしまう「余掘り」については、導入後の施工効率の向上が顕著であり、既施工区間においては平均余掘り量30cm程度であったものが、14cmと約50%の低減を実現した。このような、火薬量の適正化により余掘りや掘り残しといったミスロスが無くなったことで、約5%の工程促進効果（月進行において116m→120m）も確認できた。

## 3. 課題

上述のように限定された機器と測量システムに依存していることが、本技術の現状の課題である。当社も現場で採用する国内外3社の削孔ガイダンス付きフルオートジャンボ、国内3社の測量システムについて、現在、外販、普及・展開も含めて、対応を進めているところである。

遠隔臨場を用いた生産性向上への取組み

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取組み事例分類  | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

遠隔臨場を用いて段階確認等の立会を効率化

1. 遠隔臨場システム「Safie Pocket2」を用いた遠隔立会の実施

土木工事においては、必要に応じて監督職員の立会のもと、段階確認や材料確認を受ける必要がある。しかし、立会の頻度が高くなると、監督職員の移動や立会の時間調整に伴う作業の遅延、監督職員の負担増大が懸念される。このため、橋梁下部工（令和2年度 東海環状津屋川橋 P11 橋脚工事）の現場において、ウェアラブルカメラとクラウドを用いた遠隔臨場システム「Safie Pocket2」（セーフィー株式会社、図-1）を採用し、遠隔での立会を行うことにより、現場作業の遅延防止や監督職員の負担軽減を図った。工事概要は表-1 に示す。

表-1 工事概要

|               |  |
|---------------|--|
| 工期            | R2. 5. 11～R3. 9. 30                                |
| 運用期間          | R2. 9. 1～R3. 7. 31                                 |
| 工事内容<br>(主工種) | 工事延長 L=40m<br>RC 橋脚工 一式 (1 基)<br>道路土工 一式<br>仮設工 一式 |
| 発注者           | 国土交通省中部地方整備局<br>岐阜国道事務所                            |
| 受注者           | 大日本土木株式会社  |

【機器・技術のスペック】

|                       |
|-----------------------|
| システム名 : Safie Pocket2 |
| 構成                    |
| ・ ウェアラブルカメラ           |
| 100 万画素               |
| 1920×1080px           |
| LTE 通信機能有り            |
| ・ Safie クラウド          |
| 映像の中継                 |
| 動画の保存                 |
| ・ 閲覧専用 PC             |



図-1 Safie Pocket2 概要

## 2. 採用の効果

段階確認と材料確認の立会に対して、遠隔立会を実施した（写真1～2）。遠隔立会の実施工種と実施理由は表-2の通りとなる。特に頻度が高いものや、時間が不規則なものに関して有効であり、立会の時間調整に伴う作業の遅延防止や監督職員の負担軽減を行うことができた。また、現場事務所に大型モニターを設置し（写真-3）、遠隔での現場確認にも活用する等の工夫も行った。



写真-1 実施状況（撮影）



写真-2 実施状況（閲覧）



写真-3 事務所大型モニター

表-2 遠隔立会実施項目一覧

| 種別   | 実施工種              | 実施理由   | 効果 |
|------|-------------------|--|----|
| 段階確認 | 既製杭工              | 杭掘削完了の時間が場面により変化し、施工状況に合わせた立会の時間調整を行う必要がある。        | ○  |
|      | 橋脚躯体工<br>（鉄筋）     | 回数が多く、現場の進捗により立会の時間を調整する必要がある。                     | △  |
|      | 橋脚躯体工<br>（コンクリート） | 打設時間が朝早く、遠隔立合の方が時間調整を容易に行うことができる。                  | ○  |
| 材料確認 | 既製杭工              | 2日に1回の頻度で現場に納入される材料であり、検査時間は短い回数も多く、遠隔立会の方が効率的である。 | ○  |

※効果 ○：効果があった △：一部改善が必要 ×：効果がなかった

## 3. 課題

撮影側に関しては、最低でも撮影者と測定者の2名が必要になるので、現場での人員を大きく削減できるわけではなかった。また、鉄筋の段階確認について密配筋となる部分や狭小な部分については、カメラを近づけることが出来ず、仮にズーム機能を使用しても画像が荒くなってしまいうため、適用は困難であった。しかし、それ以外の部分に関しては、実施した段階確認、材料確認共に大きな問題は見られなかった。このため、遠隔立会の実施により、監督職員の移動や時間調整に伴う作業の遅延防止や負担の軽減は行うことができたといえる。今後は、適用できる工種や場面を増やすことにより、さらなる生産性の向上が期待できる。

## 非 GPS 環境での UAV 自律飛行「BIM×DRONE（ビムクロスドローン）」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## BIM データとの連携により、非 GPS 環境における UAV 自律飛行を実現

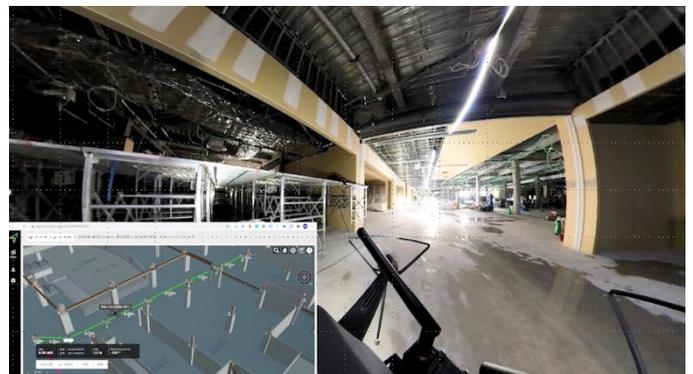
## 1. 事例概要

建物屋内・高層ビルの谷間・トンネル内部等、非 GPS 環境における、ドローン自律飛行を行うためにはマニュアル飛行により飛行用マップの作成あるいはQRコード等のマーカーを利用して自己位置認識を行う必要がある。しかし、時々刻々と状況が変化する建設現場においては、飛行用マップの作成・マーカーの設置に手間がかかり、UAV 自律飛行実現の課題であった。

BIM×DRONE は、BIM データとドローンを連携させることで、非 GPS 環境において、マーカー等の設置を行わず、かつ飛行用マップを事前に作成することなく、ドローンの自律飛行を実現することができます。現在の検証は建築工事で行っているが、設計データ持つプロジェクトであれば、利用が可能である。



事務所ビルでの実証状況



商業施設における実証状況

## 【利用機体のスペック】

現在利用可能な機体



|              |                      |
|--------------|----------------------|
| メーカー         | ACSL                 |
| 機種名          | ACSL Mini-GT3        |
| 機体寸法（プロペラ先端） | 665 mm×665 mm×318 mm |
| ロータ数         | 4                    |
| バッテリー        | 10,000mAh 1.09 kg    |
| 重量（バッテリー搭載時） | 3.35 kg              |

## 2. 採用の効果

非 GPS 環境におけるドローン自律飛行が実現できる。

- ・遠隔地からの現場確認
- ・定期的な撮影画像を使っでの、各種打合せでの利用

などが可能となり、作業所管理業務の効率向上を図ることができる。

## 3. 課題

現段階では、利用できる機体が限定される。

将来的には、使用環境に応じて複数種類の機体を使い分けができる運用を目指す。

タワークレーン遠隔操作システム「TawaRemo<sup>®</sup>」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## タワークレーンの操作をリモートで行う。

## 1. 事例概要

タワークレーンの運転席はタワークレーン上部に設置されるため、従来タワークレーンオペレータは、高所かつ閉鎖的な運転席で終日作業を行う必要があり、「身体的な負担の軽減」「執務環境の改善」「若手の教育」は長年の課題であり、オペレータ不足の原因の一つであった。

TawaRemo<sup>®</sup>はコックピットを地上等に設置をすることで、高所の運転席に移動することなく、遠隔でタワークレーンの操作を行うことで、上記の課題解決を行うものである。



高所にある従来の運転席



従来の運転席内部

### 【機器・技術のスペック】

タワークレーン本体には、各種カメラを増設されており、遠隔地からでもクレーン本体の各部位の状態確認を行うことが可能である。



コックピットは、設置場所に応じて省スペースでの設置が可能な「簡易型タイプ」と油圧シリンダーによりタワークレーン本体の揺れを体感しながら操作ができる「専用タイプ」の2タイプから選択をすることができる。



### 2. 採用の効果

大阪市内の解体工事現場において、同一敷地1Fに専用コックピットを設置し活用している。

- ・TawaRemo<sup>®</sup>の採用により、タワークレーンオペレータは他職と同様のトイレを使い、休憩をしっかりと取ることができる (写真-1)
- ・朝礼や打合せを、顔を合わせて行うことができ、玉掛け者とオペレータのコミュニケーション活性化により安全作業にも寄与している (写真-2)



写真-1 快適な環境で、しっかり休憩



写真-2 玉掛け者とのコミュニケーション活性化

### 3. 課題

- ・管轄の労働基準監督署への事前相談・確認を行う必要がある。

## トンネル切羽の面的監視と切羽作業の安全性向上技術

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

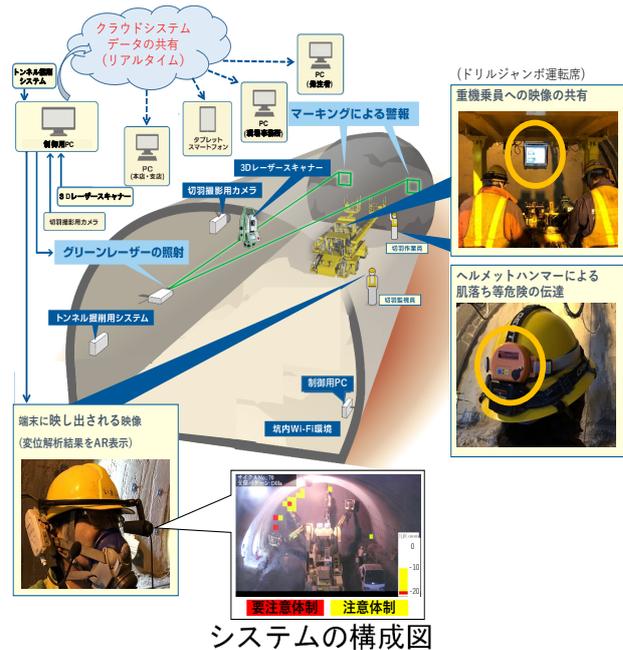
### 山岳トンネル切羽作業の安全性向上システム

#### 1. 事例概要

本技術は、施工中の山岳トンネルの切羽を自動監視し、切羽崩壊の予兆を捉え、作業員に危険を知らせる技術である。本技術を導入することで、切羽作業の安全性向上と掘削余掘り量の低減による生産性向上の効果が期待できる。本技術は国土交通省が推進する「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト (PRISM)」に採択され、現場実証を行った。

#### 【機器・技術のスペック】

本技術ではトンネル切羽を 0.5m×0.5m のメッシュに分割し、各メッシュの押し変位量を±3mm の精度で計測する。初期値からの累積変位量があらかじめ設定しておいた閾値を超えると、警報が自動的に発信されるシステムとなっている。警報には2種類あり、1つは作業員の装着しているヘルメットをヘルメットハンマーという機器で振動させ、切羽が危険な状態にあることを作業員へ直接知らせる。2つ目は閾値を超える変位量となったメッシュをグリーンレーザーで照射明示し、危険な状態にある場所を知らせる。また、切羽の変位情報は警報発信時以外にも確認できるよう、各メッシュの変位量から作成した変位コンターと切羽の映像を重ねてAR表示する。このARコンターは自動でクラウドへアップロードされ、工事関係者がどこにいても確認できるようになってい



システムの構成図



## 盛土材料の品質管理技術

|          |           |           |           |            |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（画像処理） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）   | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## ダンプ荷台の盛土材料の品質を短時間・リアルタイムに自動評価

## 1. 事例概要

盛土材料は一般的に、地山やトンネル掘削ズリなどの自然の材料を利用する。そのため材料の品質は一樣ではなく粒度分布や含水比のばらつきがある。それらの変化をリアルタイムにとらえることは、材料の品質管理として有意義である。そこで盛土工事の搬入ダンプ全台数に対し、定量的な材料の品質判定を自動で行う盛土材料管理システムを開発した。このシステムは、粒径計測システムと水分量計測システムから構成される。

## 【機器・技術のスペック】

## ・粒径計測システム

粒径計測システムは、画像処理による技術を適用した。これは、パターン光を投影するプロジェクターとそれを撮影する CCD カメラで構成された低コストかつコンパクトなシステムである。

手法には、空間コード化法という三次元画像計測技術を活用している。粒径計測システムは、CCD カメラとプロジェクターおよび FA パソコン等の小型デバイスのそれらを格納したケースとなっている。



粒径計測システム概要

- ・水分量計測システム

水分量計測システムには、散乱型 RI 水分計 (CONG-II) を用いた。本装置はホイストクレーンに散乱型 RI 水分量計を吊り下げている。開始信号が入力されると降下し、計測面に接地した時点で水分量の計測を 60 秒間行う。

- ・計測設備

計測設備は足場材と、防音シートで遮光した簡易遮光設備で構成される。荷台は簡易カーテンでさらに遮光し、1200 ルクス程度以下の明るさを保持できるようにしている。計測時はその中にダンプが入り、荷台に積載されている盛土材料の前方で粒径計測を、後方で水分量計測を行う。ダンプが簡易遮光設備内に進入し、設置した車両検知センサーに反応し所定の位置に停止後、水分量計測から粒径計測の順番で計測を開始する。これらの結果から盛土材料の良否を総合的に判定し、ダンプ運転手へ向けたモニターに結果を表示し運搬先を指示する。詳細結果はパソコン上のモニターに表示され瞬時に確認できるとともに、計測結果は、ダンパー台ごとに蓄積される。



盛土材料管理システム概要図

## 2. 採用の効果

実現場にてダンプに積載された盛土材料を対象に計測を実施した。粒径は撮影面積全体に対するそれぞれの粒径が占める面積割合で算出し、土質試験結果の±10%を規格の範囲とし、水分量は最適含水比±2.5%を規格の範囲として管理を実施した。

従来の検査は、粒度分布変動の目視確認や含水比の抜取り検査など、少ないサンプリング数でかつ人力に頼っていたが、本システムにより全台数全自動で定量的な判定が可能となるため、品質管理の信頼性が高まるとともに省人化にも寄与する。加えて盛土材料のトレーサビリティも可能となった。

## 3. 課題

粒径計測については、現在 10mm 以上の計測が可能である。今後は、粒径加積曲線と整合させるための更なる精度の向上を目指している。



現場での運用状況

コンクリート打設管理システム

|          |           |           |           |            |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（画像解析） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）   | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

画像解析、センシングによる施工管理/遠隔地での状況確認

1. 開発の背景およびシステムの概要

コンクリート打設作業の確認や指示は、職員が目視および各種計画書を元に行っている。しかし、経験の差や施工規模等によって対応のミスや遅れが生じ、作業効率や品質が低下する原因となっていた。

今回紹介するシステムは、コンクリートの打設状況を高精細カメラによる画像解析や充填センサ、加速度センサ等でセンシングを行い、AI分析により数値や図によって情報化を行う。これらの情報から作業状況を把握でき、指示出しの遅れや漏れ、作業者の対応ミスを防ぎ、安全性や施工効率、品質の向上に繋がることを期待される（図-1）。

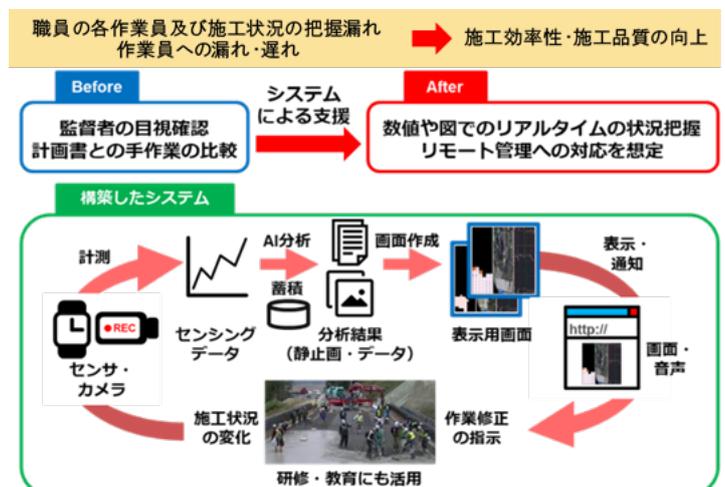


図-1 システム概要図

2. システムの機能

(1) 打設済み区画の表示

画像解析から、打設完了エリアや打設ホースの位置を判別し、完了エリアを着色する（図-2）。

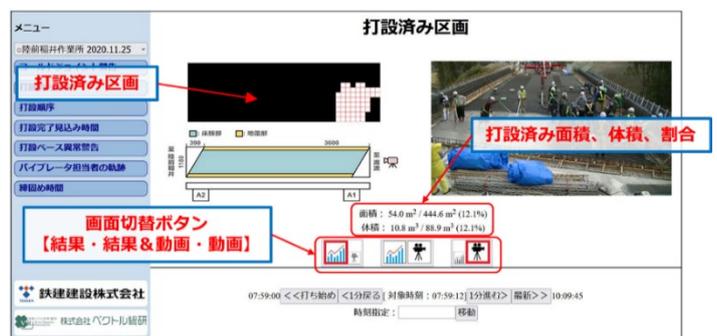


図-2 システム操作画面

(2) 打設順序の表示

打設順序を打設完了エリア（マス）へ数字で記載する（図-3）。

(3) 締固め時間の表示

バイブレータ担当者が装着している加速度センサから締固めの動きを判断し、時間を色で表示する（図-4）。締固め不足のエリアを確認し、後追いでの締固めを指示する。

(4) コールドジョイント警告

打設完了エリアにて、コールドジョイントが発生する恐れのある箇所について青い線で表示する（図-5）。

(5) バイブレータ担当者の軌跡記録

バイブレータ担当者が装着している加速度センサから滞在時間を表示する（図-6）。

(6) 打設完了見込み時間の計算

打設計画による完了予定時刻を入力し、打設済み区画等から計算される実績との比較がグラフで表示される（図-7）

(7) 打設ペースの異常警告

打設完了予定時刻に対して、ペースの遅れを警告する（図-8）。

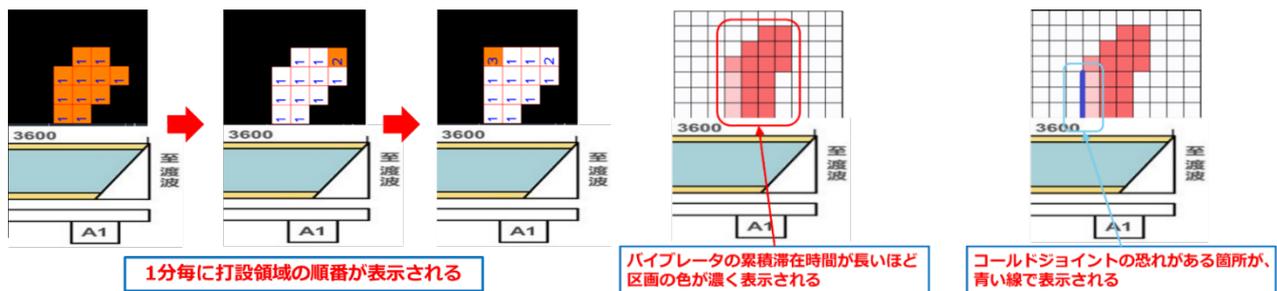


図-3 打設順序表示の画面

図-4 締固め時間の画面

図-5 コールドジョイント警告

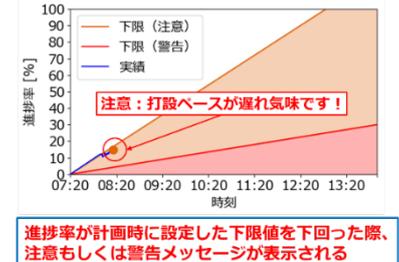
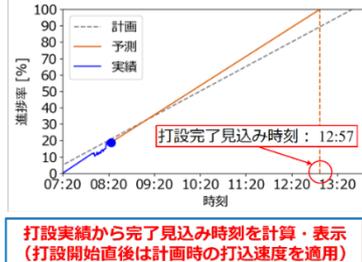
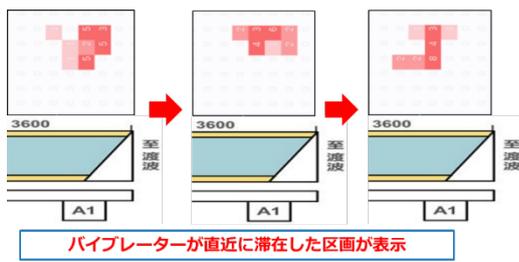


図-6 バイブレータ担当者の軌跡記録

図-7 打設完了見込み時間計算

図-8 打設ペースの異常警告

3. 効果

打設作業時の各種情報を把握できることにより、職員の経験や施工規模に関係なく、適切な作業指示を遠隔からも行うことが可能となる。また、施工動画等データの履歴を残せることから、トレーサビリティの確保が可能となり、類似工事前のシミュレーション等にも活用できる。

4. 課題

5G 通信端末を活用することで、多くのカメラやセンサの情報を高速で転送することが可能となるが、その為のクラウド環境を利用したシステムを構築中である。

## 点群データを活用した配筋検査システム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 点群データから鉄筋モデルを作成/トレーサビリティの確保

### 1. 開発の背景およびシステムの概要

構造物施工における出来形管理の中でも、必須となる配筋検査は、作業者の負担の大きさから改善課題の一つとなっている。事前の帳票作成や現場での繰り返し検査作業に、多くの職員が対応しなければならない。

当社では検査業務の効率化と省力化を実現させるため、3D レーザースキャナにより得られる点群データを活用する、配筋検査システムを開発した。取得した配筋の点群データを点群処理ソフト「InfiPoints」へ取り込み、3D モデルを生成。ソフトウェア上で計測したい配筋面を指定することで、『鉄筋径』、『本数』、『鉄筋間隔（最大、最小、平均）』、『重ね継手長さ』の配筋データを得ることが可能となる。

### 2. 点群処理ソフト使用手順

#### (1) 点群データ取得（3D レーザースキャナ）

配筋状況を可能な限り確認できるよう、複数回スキャンを実行する。スキャナの据え付け間隔は5m以内、点群密度の設定は10m先で3mm間隔を基本とする。

#### (2) InfiPoints へデータ取り込み

複数回分のスキャンデータは取り込むと自動的に合成される。形状が複雑な場合は、手動にて合成する（図-1）。鉄筋組立範囲のみを抽出し、鉄筋モデル化を実行すると、各鉄筋径に合わせてモデル化される（図-2, 3）。



図-1 InfiPoints 画面

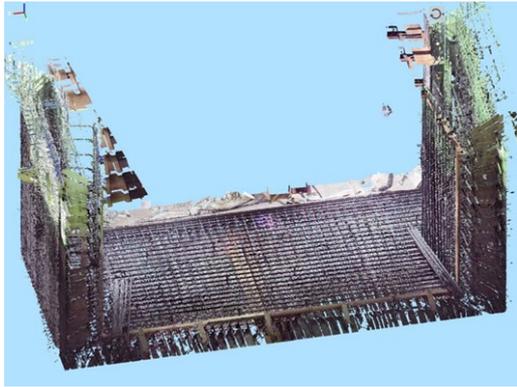


図-2 抽出した鉄筋組立範囲の点群

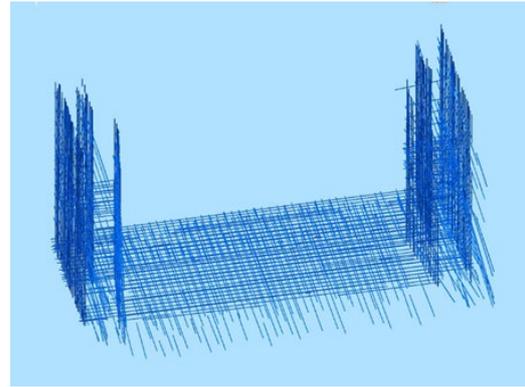


図-3 点群からモデル化

(3) 配筋面ごとに鉄筋部分を抽出

鉄筋の主鉄筋および配力筋が計測しやすいように配筋モデルから抽出する。事例ではPC橋の張出架設での配筋状況から、下床版の上側鉄筋を抽出している(図-4)。

(4) 配筋状態の計測

主鉄筋および配力筋を選択して計算を実行する(図-5)。

(5) 配筋データ出力

計算結果として、本数、鉄筋間隔、重ね継手長が出力される(図-6)。

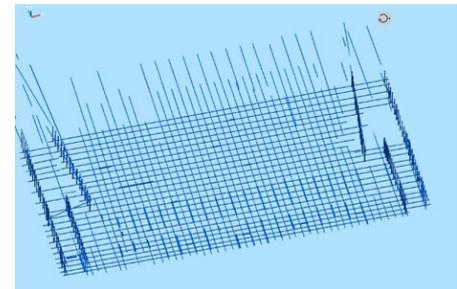


図-4 鉄筋抽出

3. 効果

1名での計測作業が可能となり、作業時間が短縮される。成果作成についても、データ編集者と分業することで計測者の負担も軽減される。また、撮影箇所の状況を点群データとして取得することで、360度の状況が取得でき、鉄筋組立とスキャンのタイミングを工夫することで配筋状態全数の保存が可能となる。計測データをデータベース化することでトレーサビリティが確保でき、将来的に補修が生じた際や維持管理にも有効に活用できる。

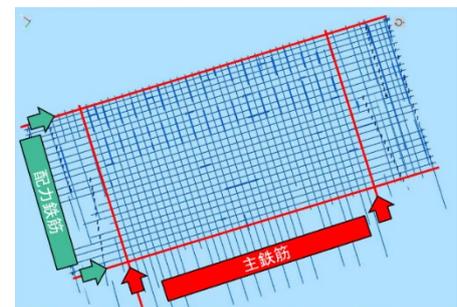


図-5 計算範囲の鉄筋を選択

4. 課題

3Dレーザースキャナの計測時間短縮が効率化の課題となっており、スキャナ本体の開発も行っている。市販スキャナに対して半分の時間での計測が可能となる予定である。

また遠隔臨場に対応するため、計測中のスキャンデータをリアルタイムにPCへ転送する機能も搭載予定である。さらに、5G通信端末と組み合わせて、大容量の点群データを高速でクラウドに転送し、データ処理するシステムも実装予定である。

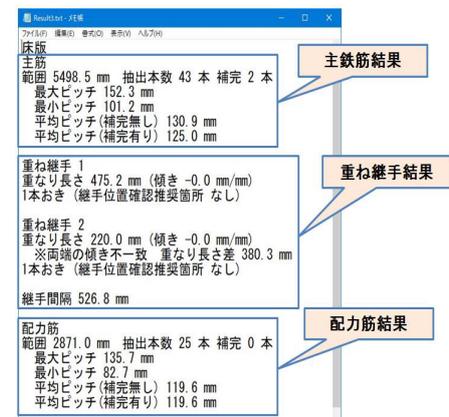


図-6 出力結果

## 鋼板セル製作ヤードのVR化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 仮想空間で現場臨場

### 1. 事例概要

構造物や地形など3次元モデルを統合することで仮想現実（VR）空間に鋼板セルの製作ヤードを再現した。HMD（VRゴーグル）を装着してVR空間に入ることによって、遠隔地にいながら現場を体感することができた。構造物や資機材の3次元モデルは、BIM/CIMで活用したデータを再利用し、現況地形はUAV写真測量によって取得した点群データから作成した。これらのデータを統合しVRへの切替が可能な市販ソフトを利用することで、比較的容易にVR空間を作成できた。

#### ◆使用したソフトウェア

| ソフト名称                  | バージョン   | 用途        | 販売元      |
|------------------------|---------|-----------|----------|
| AutoCAD                | 2020    | 3次元モデル作成  | Autodesk |
| SketchUp Pro           | 2019    | 3次元モデル作成  | Trimble  |
| TREND CORE             | Ver 7.0 | 統合モデルの作成  | 福井コンピュータ |
| TREND CORE VR          |         | VR空間設定    | 福井コンピュータ |
| Metashape Professional | 1.7.5   | 点群作成（SfM） | AGI Soft |

#### ◆使用したハードウェア

| 製品名称          | 種別          | メーカー  | 備考                           |
|---------------|-------------|-------|------------------------------|
| Phantom 4 RTK | UAV（ドローン）   | DJI   |                              |
| THETA V       | 360度カメラ     | RICHO |                              |
| VIVE Pro      | HMD（VRゴーグル） | HTC   |                              |
| VIVE Cosmos   | HMD（VRゴーグル） | HTC   |                              |
| OMEN By HP15  | ゲーミングPC     | hp    | GPU(NVIDIA GeForce RTX 2080) |

## 2. 採用の効果

作業員が事務所の中で現場状況を体感でき機械配置や危険個所を把握できるため、実際の現場に入る前に危険予知が可能になった。

本現場は車で1時間ほどかかる遠隔地にもう一つの現場を抱えており、遠隔地にいる職員も、このVR空間に入ることによって移動の必要がなく現場状況を確認することが可能になった。

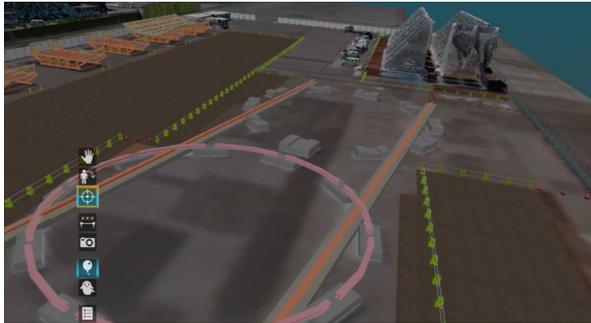


図-1 上空から現場を俯瞰



図-2 地上に降りて現場を踏査

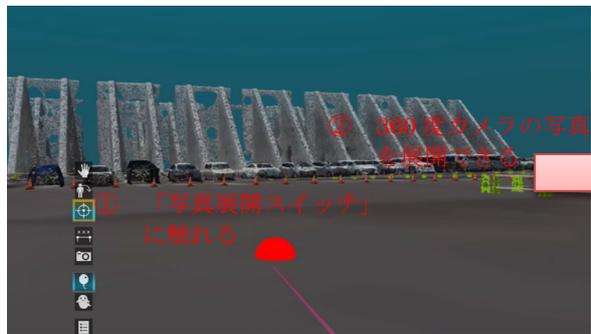


図-3 VR空間と360度画像との比較



写真-1 VRを用いた新規入場者教育の状況



写真-2 HMDとゲーミングPC

## 3. 課題

- ・VR系ソフトウェアおよびハードウェアは陳腐化のスピードが速い（常に修正プログラムの更新を意識しないと動作しなくなる）
- ・VR空間に現場の状況をタイムリーに反映するために、モデリングオペレータの養成が必要

## 山岳トンネル用「粉じん濃度測定システム」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（安全） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 改正ガイドラインに準拠した山岳トンネル用「粉じん濃度測定システム」

### 1. 事例概要

山岳トンネル工事における粉じんは、じん肺の原因となるため、これまでも様々な対策が講じられている。近年のトンネル工事では、新たな工法の普及や機械の大型化等により、粉じん発生の態様が多様化している。今後、粉じんの発生箇所となる切羽付近の作業環境管理、および作業者の健康障害防止の推進のためには、粉じんの飛散状況を把握するための手法の選択肢を広げ、確立することが必要であり、その観点に基づき、「ずい道等建設工事における粉じんに対するガイドライン」が改正されている（2021年4月1日施行）。

本システムは、改正ガイドラインにおける「切羽に近接する場所の粉じん濃度等の測定」と「粉じん濃度等の測定結果等の周知の充実」の2項目に対応し、長時間の粉じん濃度測定、膨大な計測データの整理・周知の効率化を目的とした「粉じん濃度測定システム」である。

本システムでは、改正ガイドラインに告示された新たな測定方法のうち、定点測定による方法に対応している。粉じん濃度計とバッテリー、無線装置を収めた専用粉じん測定BOXを切羽付近の6か所に設置するだけで、計測データが坑内に設置した管理用PCに自動送信される。その後、専用ソフトを用いることで、改正ガイドラインの基準に照らした濃度評価、呼吸用保護具に対する要求防護係数の算出、記録帳票の作成が可能となる。また、データは管理用PCだけでなく、坑内、および事務所・支店等の遠隔地からもリアルタイムで確認できることから、「測定」と「周知」の両方において有効である。



図1 「粉じん濃度測定システム」の全体構成図



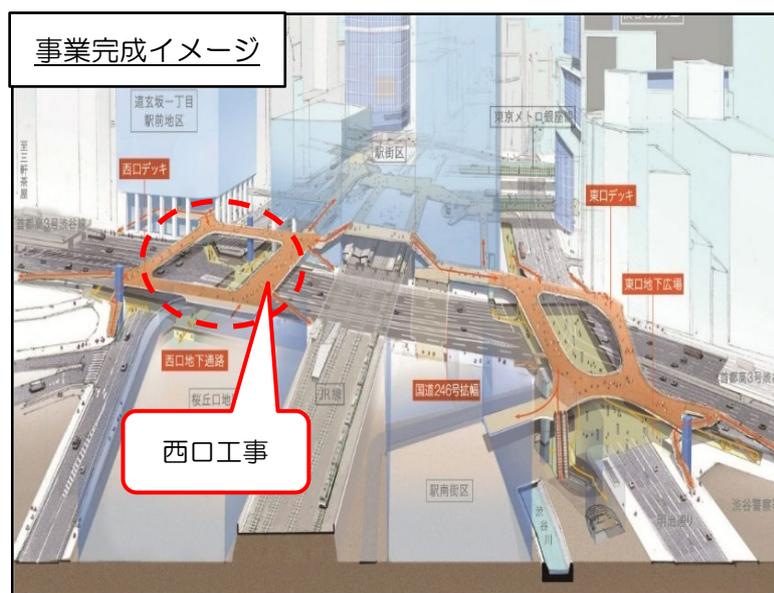
## AR を用いた施工効率化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## AR で出来形イメージを可視化

### 1. 事例概要

当工事では、交通量の多い国道 2 4 6 号を横断する形で地下構造物を施工している。現地では、地下埋設物や施工中の仮設構造物や躯体を地上から確認することができない。そこで AR で地下埋設物や仮設構造物などを可視化することで、不可視部分を容易に確認することが可能となり地下埋設物が可視化されることで埋設物損傷等を防止する安全性向上効果があり、施工手順や完成イメージを地上や歩道橋上から確認できることから出来形や視察等でのイメージ共有に活用している。



### 【機器・技術のスペック】

- ・ iPad (AR 機能があるもの)

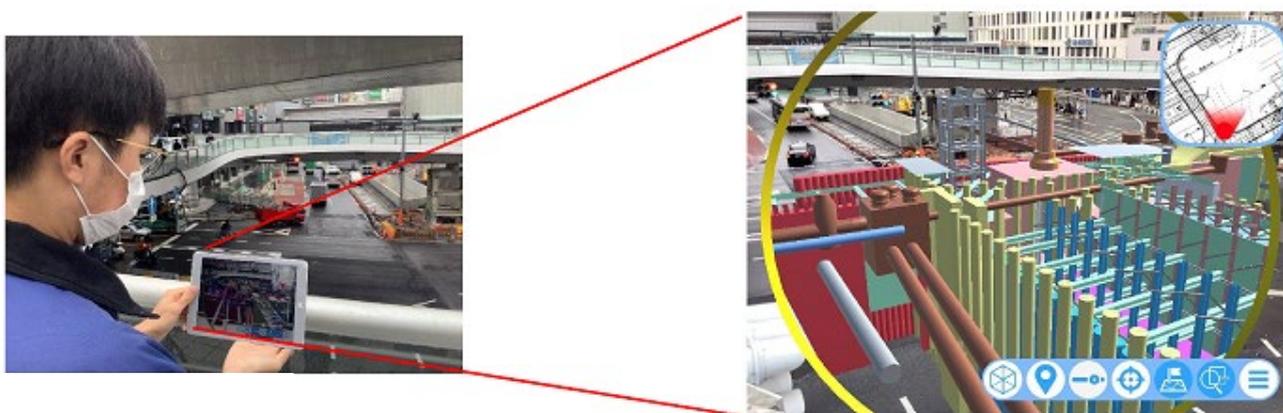
この AR は Apple 社製のデバイスで使用可能なアプリである。AR 機能のある iPad、iPhone で使用可能であるが、推奨はカメラ機能のよい iPadpro である。

- ・ AR アプリ (株式会社ネクステラス (<https://nexterrace.com/>) 作成)

この AR は、株式会社ネクステラス作成のアプリである。同社の HP でもこの事例は紹介されており、機能は AR 用にカスタマイズしており、覆工、支保工など種類によって表示非表示を切り替えることが可能となっている。

- ・ 使用方法

アプリを起動して、カメラ画像で基準点位置と方向を指定して AR モデルを読み込む。表示後に位置の微調整 (XYZ 方向) が可能である。表示の切り替えが可能である。



## 2. 採用の効果

現在、AR を導入して現場は施工中である。定量的な効果は示しにくいだが、地下埋設物や施工手順の確認を AR で可視化することで、現場に関わる職員、作業員のイメージの共有のスピードアップとなっている。

## 3. 課題

- ・ iOS の更新によっては、アプリが使用できなくなる可能性がある。これは、Apple 社の更新内容によるため、予測ができず発生した後にしか対応ができない。
- ・ デバイスのカメラ性能に依存するため、位置合わせした箇所からの移動距離が増えると誤差が大きくなる。こちらの精度をあげるには、デバイスの位置合わせ機能の向上もしくは別デバイスがあげられる。

## BIM/CIM 属性自動付与システム（SCP）

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## BIM/CIM 及び ICT 技術をつなげることにより、施工管理を省力化

## 1. 事例概要

従来 BIM/CIM 属性は、野帳等の紙に記入した出来形等のデータをパソコンで管理表に手入力して作成し BIM/CIM データに変換していたため、データ反映までに手間と時間がかかるなど課題があった。一方、今回のシステムでは、施工位置や高さなどの計測値確認後にクラウドに保存された SCP\*<sup>1</sup> 打設データは、BIM/CIM モデルと管理表に自動付与される。これによりデータ入力手間がなくなったほか、クラウド経由でデータ共有を行えるため、支店や本社など遠隔地での BIM/CIM によるデータ管理が可能となった。また、データ付与の際に、施工済み範囲や施工許容誤差内ではあるものの一定以上の偏差が計測された杭などに自動で着色することにより 3次元で可視化し、一目で施工の進捗や精度管理、合否判定ができるようになった。

## 2. 採用の効果

- クラウドに保存された出来形等のデータを、BIM/CIM モデルや管理表に自動反映
- 従来の属性付与のデータ入力作業を無くし自動化が可能
- 施工進捗や精度管理等を遠隔地でも BIM/CIM で管理可能
- 施工完了箇所や精度管理値を超える部分の自動着色により進捗や精度管理を 3次元で可視化
- IFC\*<sup>2</sup>モデルへの属性付与であるため汎用性を確保

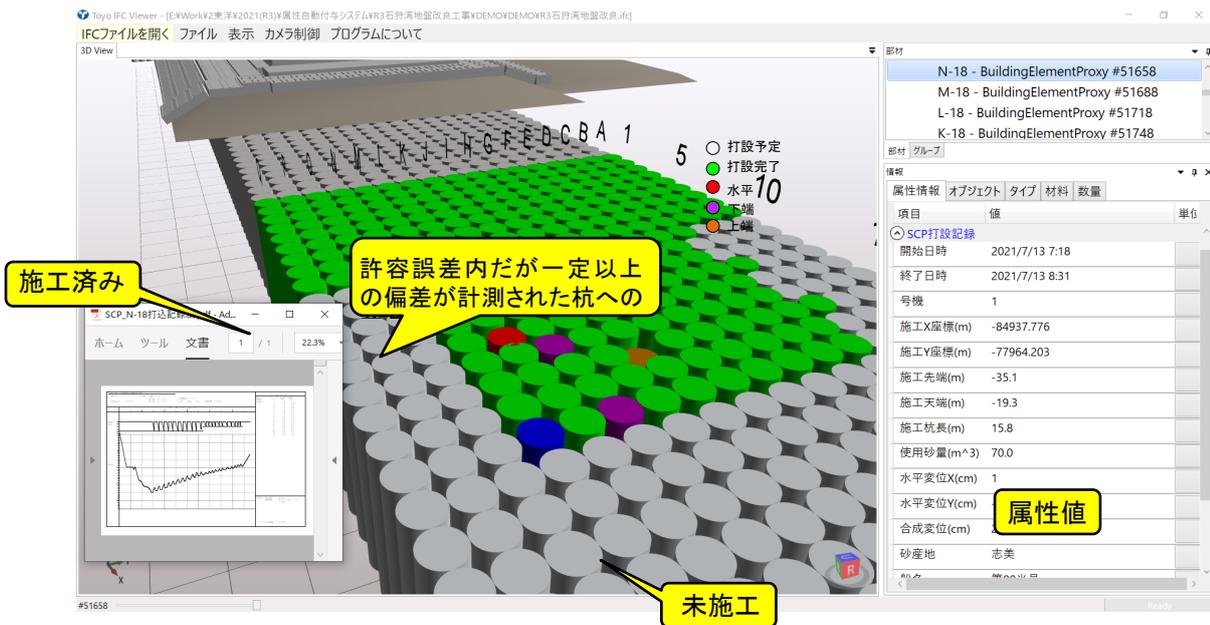


図-1 BIM/CIMモデルでのSCP属性の確認（デモ画面）

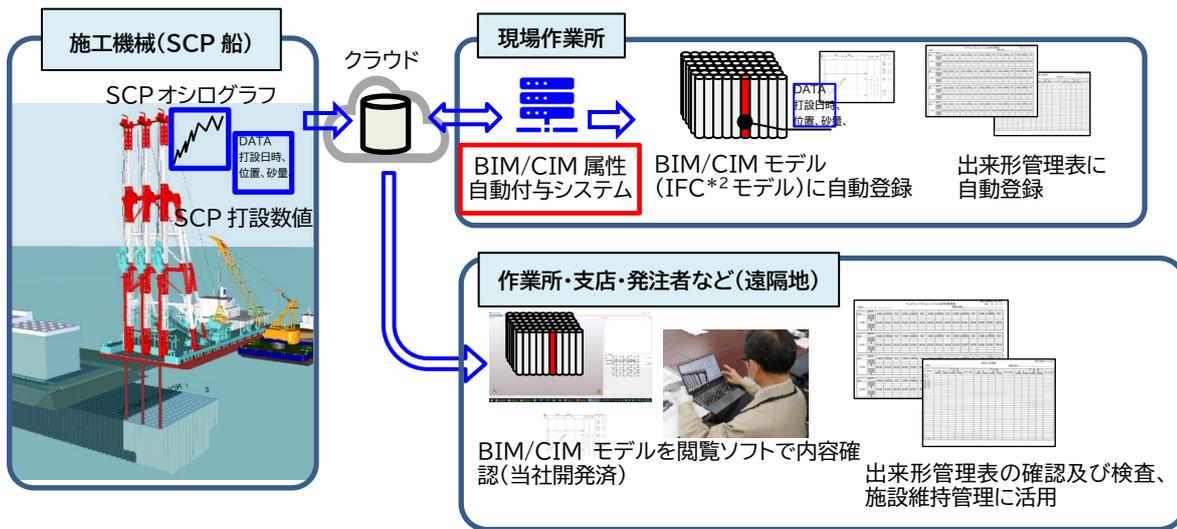


図-2 BIM/CIM属性自動付与システム（SCP）のシステム概要

- \* 1) (SCP) サンドコンパクションパイル=軟弱地盤を改良するため地中に締め固めて造成する砂杭
- \* 2) IFC=Industry Foundation Classesの略で、3次元モデルデータ形式（各種3次元CADに適用可能）

## 遠赤外線カメラと AI で建設機械の接触災害を防ぐ

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

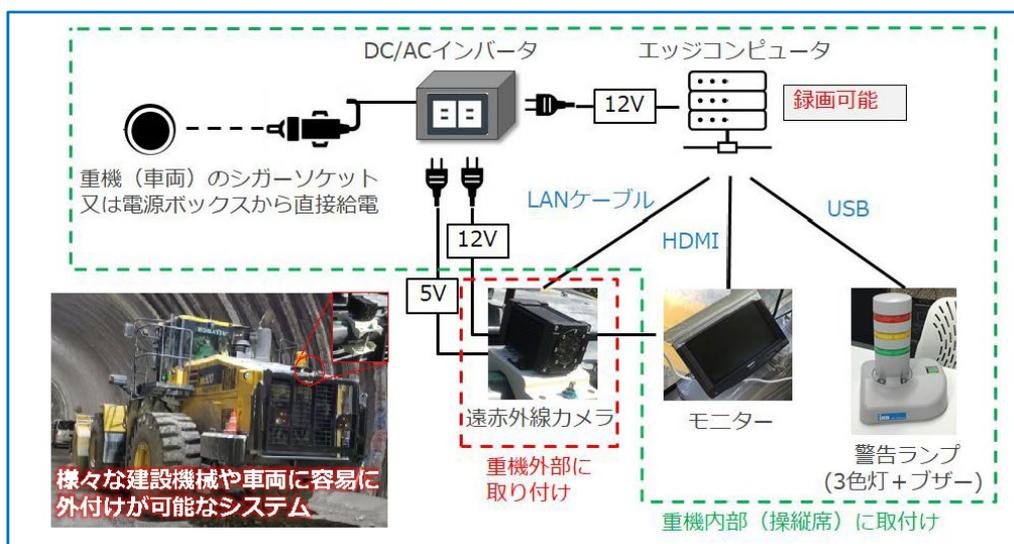
## 遠赤外線カメラと AI による人物検知システム

### 1. 事例概要

建設現場における「建設機械と作業員の接触災害」の防止は重要な課題である。本システムは、温度を感知する遠赤外線カメラと AI を用いて人物（作業員）や物（建設機械）を検知し、人物や物の温度を感知するため、夜間や薄暗いトンネル坑内等、光源が無い状況での適用が可能である。また、可視光カメラと比較して粉じんや濃霧の影響をうけにくいという特徴も有する。

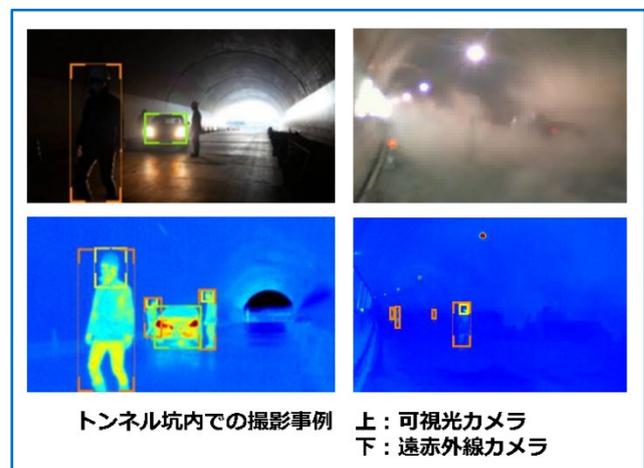
### 【機器・技術のスペック】

本システムは、重機のシガーソケットから DC/AC インバータにより AC 100V に変換して給電する。



## 2. 採用の効果

- ・遠赤外線カメラとAIを用いて人物（ヘルメットを被った作業員）を高精度（97%以上）で検出することが可能。
- ・カメラから人物（作業員）までの距離を高い精度（測定距離に対して1%程度の誤差）で測定。最大40m離れた人物検出及び測距が可能。（測距は人物の足元まで含め全身写っていることが条件）
- ・画像解析とAIにより、カメラの至近距離において全身が写らない人物（作業員）の検知が可能。
- ・カメラと人物（作業員）の距離に応じた警報エリアを任意に設定することが可能。
- ・危険を感知すると、警報エリアごとに設定した光と音で作業員に知らせる。
- ・機械オペレーターは、機械運転席に設置したモニターにより、人物（作業員）を映像で確認することも可能。
- ・夜間や薄暗いトンネル坑内等、光源が無い状況での適用が可能。
- ・可視光カメラと比較して粉じんや濃霧の影響を受けにくい。



## 3. 課題

- ・実機検証の事例を増やして、システムの普及を目指す。
- ・実用段階での費用の検証が必要。

急曲線対応型自動レール移動システム (Rail Walker System)

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

急曲線対応型自動レール移動システム (Rail Walker System)

1. 事例概要

山岳トンネルにおいて繰り返し行われ多大な時間を要していたアーチ部作業台車（鉄筋組手・防水シート設置）移動作業を自動化する「急曲線対応型自動レール移動システム：Rail Walker System」を開発した。このシステムは、従来バックホウなどの建設機械と複数の作業員との混合作業で行っていたレール移動作業を、僅か一人の作業員のボタン操作だけで自動化するものである（図-1 参照）。従来は直線トンネルでしか採用できなかった技術に工夫を加え、特殊アウトリガーを設置してレールの移動方向の制御を可能にすることで急曲線トンネルにも適用できるようになり、実用性が飛躍的に向上した。本システムは、省力化による生産性向上や効率化だけでなく安全性向上の面でも大きな効果がある。

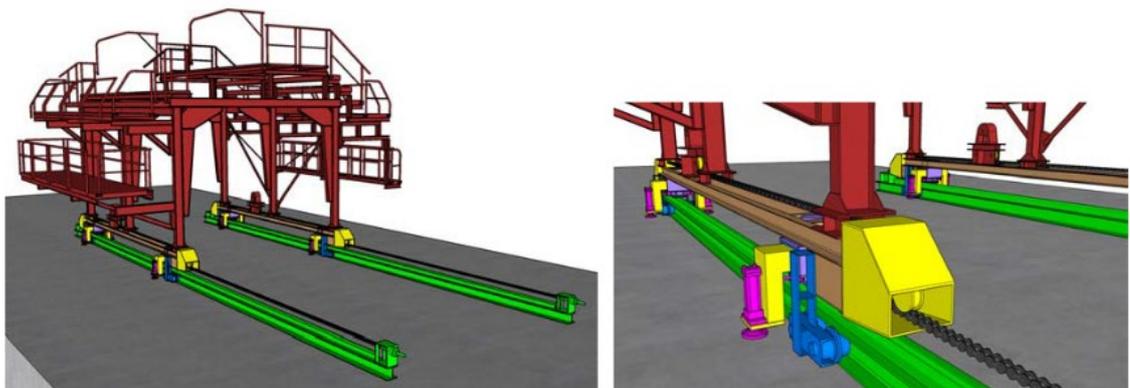


図-1 Rail Walker System のイメージ図(作業台車での採用例)

2. 採用の効果

- ・生産性の向上

本システムを採用することで、レールと作業台車等の前進作業をトンネル掘削やインバートコンクリート打設の通行車両により中断されることなく実施できる。また、レール送り作業により通行車両を停車させることがないため、トンネル掘削作業やインバートコンクリート作業を円滑に進めることができ

る。これにより、トンネル全作業の効率化が図れる。また、本システムにより従来4～5人で行っていたレール送り作業を1名のみで省力化できるため、余剰人員をほかの覆工関係作業に割り当てることができる。

・安全性の向上

本システムを採用することで、バックホウやクレーン付きトラックと作業員との混合作業をなくせると共に、通行車両脇で屈んで行わなければならないレール接続作業を無くすることができる。これにより、重機接触災害の防止、挟まれ災害の防止、積み荷の落下等による飛来災害の防止が図れる。

・急曲率トンネルでの採用に最適

本システムは、曲率の大きい（緩曲線）鉄道トンネルはもちろん、ランプトンネルや水路トンネル等の曲率の小さい（急曲線）のトンネルに適している。

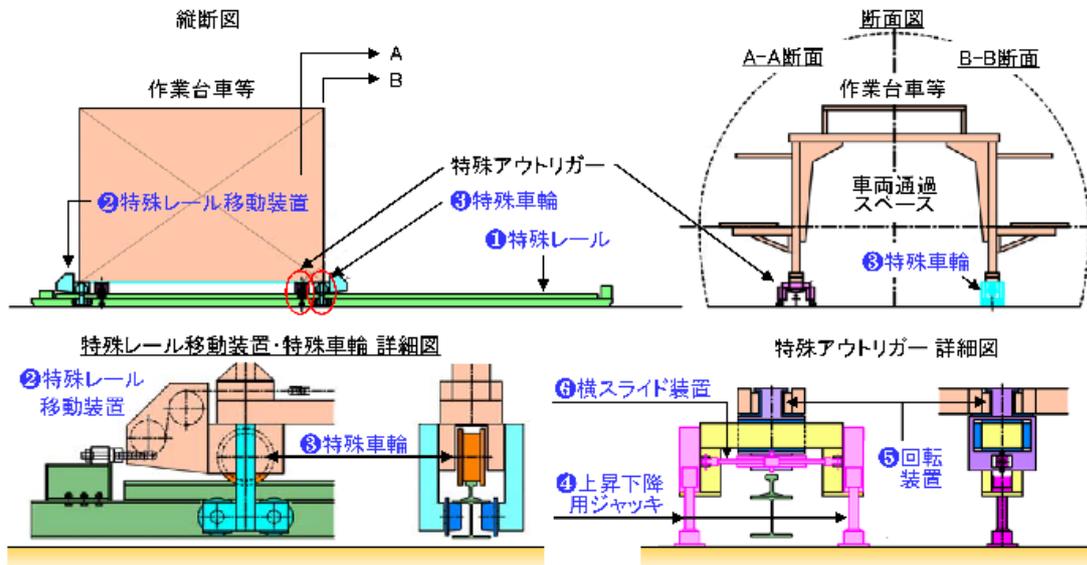


図-3 Rail Walker System の6つの特殊装置

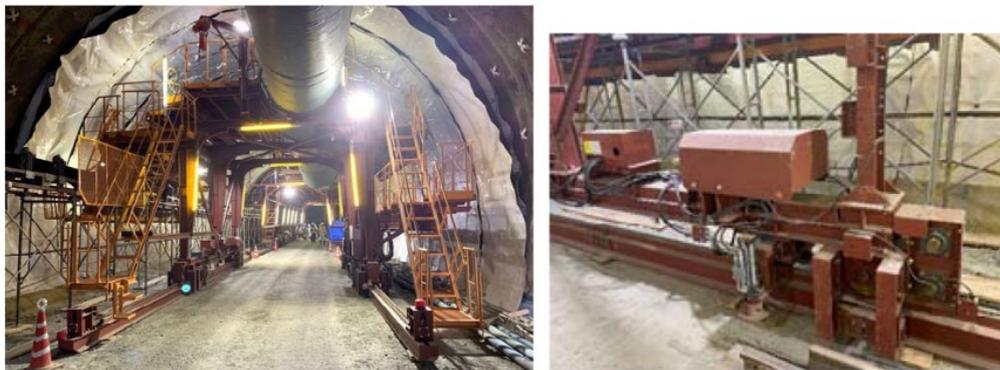


写真-1 Rail Walker System の現場適用『福島県博士トンネル工事(昭和村側工区)』

3. 課題

- ・覆工コンクリート用のスライドセントルへの適用を検討中している。
- ・トータルステーション（測量機器）の使用によるスライドセントル等の半自動設置システムを開発中であり、操作性や有効性の検証等を通じて各種データを取得中である。これらのシステム開発により、将来的な覆工コンクリート作業の完全自動化実現に有用なツールがひとつずつ作り上げられていくものと考えている。なお、複数の現場に適用して改良を加えた後に、本システムをNETIS登録する予定である。

## 飛島建設株式会社

### 多機能ハンズフリーシステム「e-Sense」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 「e-Sense」における自動通訳、ビッグデータ活用により生産性向上を図る

### 1. 事例概要

「e-Sense」はスマートグラス「M400 Smart Glasses」(Vuzix Corporation 製) を活用するハンズフリーシステムであり、ネットワークを活用した同時通訳、コミュニケーション、ドライブレコーダーの3つの機能を有している。

同時通訳機能は、国内の建設現場で外国人技術者が増加する中、適切な業務指示の伝達や事故防止に活用でき、現在は、日本語と英語、ベトナム語に対応している。

コミュニケーション機能を活用することで、現場内のデバイス同士はもちろん、遠隔地にある事務所や事業者のPCやスマートフォンとも連携し、音声や画像、図面、動画の共有が容易になる。遠隔地にいる監理者がデバイス経由で指示を出すこともできる。また、技術者同士の会話音声やテキスト、画像データをハンズフリーでサーバ上に保存するドライブレコーダー機能も備えており、事故記録や技術者の優れたスキルなどをクラウド上に残せるので、ヒヤリハットやトラブルの原因解明、現場の安全性向上に活用できる。

### 【機器・技術のスペック】

使用機器 : スマートグラス「M400SmartGlass」(Vuzix Corporation)

使用ツール : スマートフォン e-Sense アプリ (セット価格販売 or ユーザ ID 単位のレンタル価格設定)

参照元 : [https://www.tobishima.co.jp/press\\_release/detail/20201026143553.html](https://www.tobishima.co.jp/press_release/detail/20201026143553.html)

連絡先 : 飛島建設株式会社 企画本部 新事業統括部 科部、伊東 TEL : 03-6455-8315



## 2. 採用の効果

### ①同時自動通訳機能

外国人技術者との同時通訳機能を備え、建設現場における建設業界特有の用語も網羅して通訳を行い、円滑なコミュニケーションを図る。

### ②遠隔地連携機能

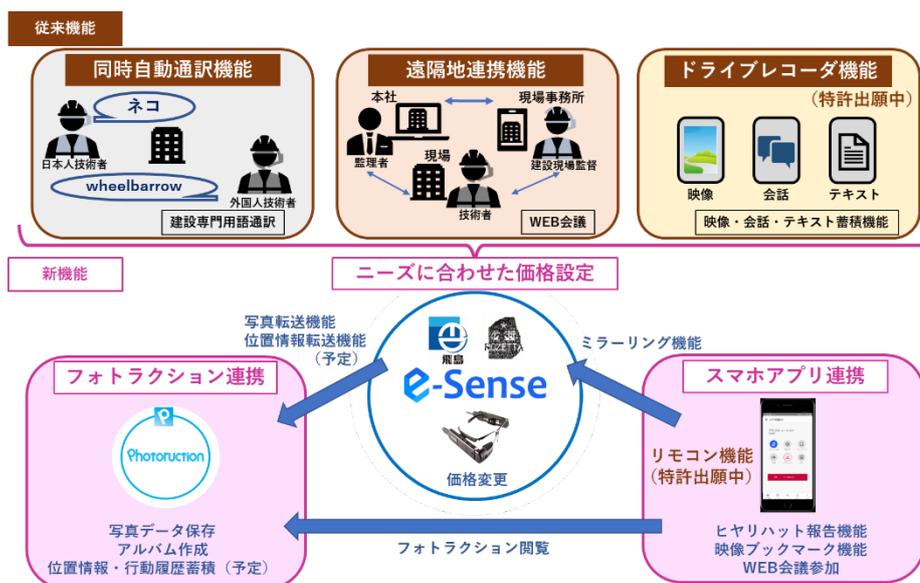
「e-Sense」同士の連携だけではなく、遠隔地の建設現場事務所、監理者・事業者会社のパソコンやスマートフォンと連携することで、音声・画像・図面・動画の共有を容易に行うことができる。また、「e-Sense」は、技術者のヘルメットに装着することで、現場技術者目線からの建設現場の状況を転送することができる。そのため、遠隔地にいる監理者はどこにいても現場を確認でき、リアルタイムに指示を出すことが可能となる。さらに、遠隔地側と図面やマニュアルなどを共有できる。

### ③ドライブレコーダー機能

「e-Sense」を技術者が装着することにより、音声・テキスト・画像データをハンズフリーでサーバ上に保存する事が出来る。これまでのハンズフリーは、動画や音声を保存するのみであったが、「e-Sense」は、動画にブックマークを付けることで、動画の整理を簡単に行うことができる。

## 3. 課題

国内の建設現場では外国人技術者が増加しており、同時通訳機能は、対応言語を増やす予定である。建設業界の垣根を超えて異業種の企業と共創することで、国内外を含めた建設現場にとどまらず、ハンズフリーの利点やデータの蓄積を生かせる業種（製造・外食・警備・介護・航空）へ展開していく。さらに、国際イベントの開催時には、外国人への案内やコミュニケーションを図るアプリケーションとして、有効に活用できるシステムを目指す。また、プラットフォーム機能の搭載や他のアプリケーションとの連携を予定している。BI（Business Intelligence）やAIを駆使し、ノウハウの蓄積やレポート自動作成、データ分析を可能にしていき、さらにBIMやCIMと連携することで、詳細な3Dデータの共有も想定している。



## トンネル切羽掘削形状モニタリングシステム

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 切羽のあたり箇所を可視化して作業の安全性向上と効率化

#### 1. 事例概要

本システムは、発破・ずり出し完了後の切羽において、あたり取りを行うブレーカ等の重機に搭載した高速 3D スキャナで切羽の掘削形状を計測するものである。掘削形状の点群データと設計断面を比較し、設計断面線よりも内空側に残ったあたり箇所を重機キャビン内のモニターに表示させ、重機のオペレータが容易にあたり箇所を確認することができる。重機のオペレータはモニター画面を基に作業を行うため、従来のように作業員が切羽直下に立入り、目視にて確認する必要がない。得られた掘削形状の点群データおよび施工データは坑内ネットワークを経由してクラウドサーバ上に蓄積され、リアルタイムで各種データを発注者、職員・作業員、技術研究所などで共有することができる。

本技術は木原道路内島トンネル工事（発注者：中国地方整備局福山河川国道事務所）、越知道路新今成トンネル工事（発注者：四国地方整備局土佐国道事務所）他に適用したまたは適用中である。

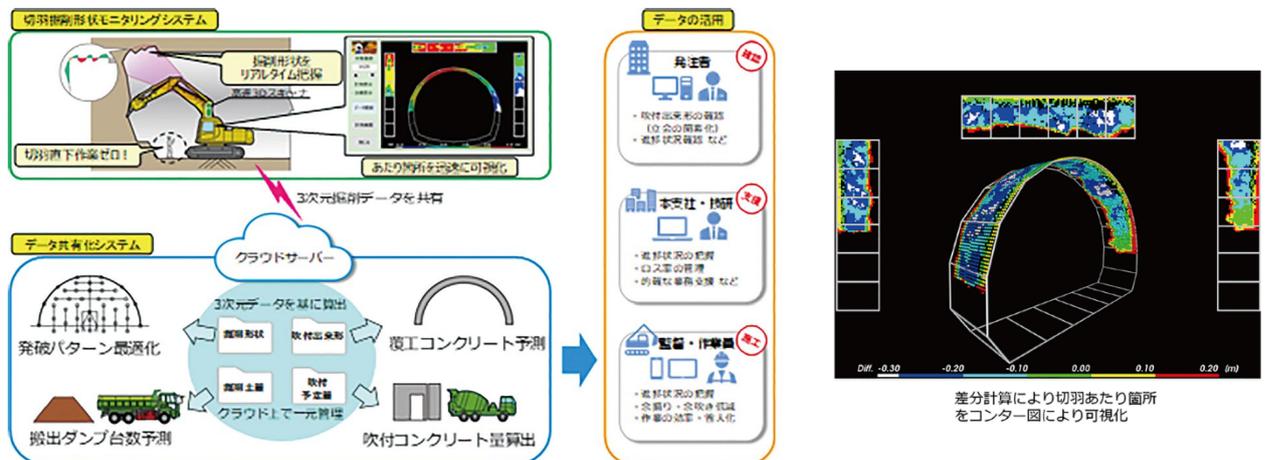


図-1 本システムのイメージ

## 【機器・技術のスペック】

本システムのシステム構成図を図-2に示す。主要機器として、3D スキャナシステム、特殊基準球、通信ネットワーク、クラウドサーバを使用する。3D スキャナシステムは、高速3D スキャナ、傾斜センサ、制御ボックス（PC、PLC）、タブレットPC、中継器で構成する。

3D スキャナの仕様：スキャンヘッドは最大回転速度 15 rev/s、回転角加速度は 100,000°/s<sup>2</sup>

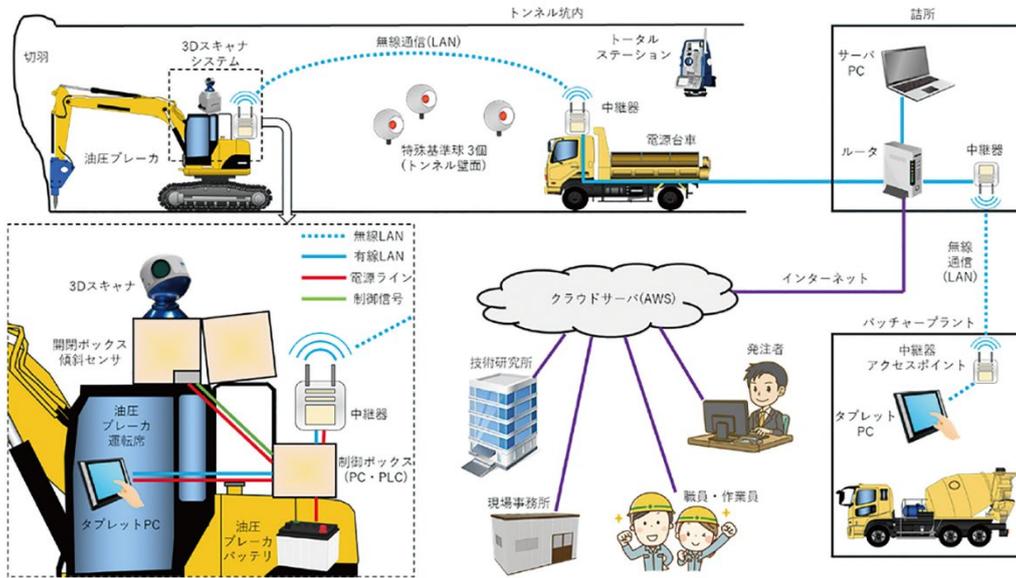


図-2 システム構成図

## 2. 採用の効果

### ①安全性の向上

あたり箇所の結果は重機オペの運転席モニターに表示され、切羽直下での作業が無くなり重大災害の防止対策となる。

### ②あたり箇所の可視化

従来、作業員による目視確認による作業を、スキャナ計測により±30～50mmの精度で定量的に2D/3D可視化することで、手戻りのないあたり作業が可能となる。

### ③迅速な計測

高速3Dスキャナ自体が自己位置を特定するため、計測開始から結果の表示まで50秒程度と迅速であり、効率的な作業が可能となる。

### ④各種データの採取

山岳トンネルの掘削段階から点群データを取得、蓄積することで実際の掘削土量、吹付けコンクリート量、リバウンド率など各種データの取得、分析が可能となり、余掘り、余吹き等の低減対策が可能となる。

## 3. 課題

今後の改善課題として、制振架台の耐久性向上、無線通信機能の強化、計測精度向上が挙げられる。

表-1 1回の計測に要する計測時間の比較

| 坑内作業内容       | 【試行技術】<br>ブレーカ搭載 (sec) | 【従来方法】<br>三脚使用スキャン (sec) |
|--------------|------------------------|--------------------------|
| ①スキャナ設置作業    | 0                      | 60                       |
| ②スキャナの自己位置推定 | 35                     | 60                       |
| ③3Dスキャン      |                        | 60                       |
| ④データ転送       | 15                     | 30                       |
| ⑤データ処理       |                        | 30                       |
| ⑥ブレーカとの入替作業  | 0                      | 60                       |
| 計            | 50秒                    | 300秒<br>(約5分)            |

表-2 余掘り・あたり計測時間の比較

|                | 【試行技術】<br>ブレーカ搭載 (sec) | 【従来方法】<br>三脚使用 (sec) |
|----------------|------------------------|----------------------|
| 余掘り・あたり計測 (平均) | 約4分 (50秒×4回)           | 20分 (5分×4回)          |

## ロボットによる路面マーキング作業の省力化

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### マーキングロボット ～GNSS 信号により任意の点や線を路面に描写～

#### 1. 事例概要

従来、舗装準備工では型枠の設置位置、路面切削準備工では縦断方向の切削境界位置を路面にマーキングする。作業は、まず、トランシットやメジャーでポイントとなる位置を5m～10m間隔で路面に印し、次に、スプレーやチョークラインを用いて、この印を滑らかに繋ぐように、担当者が、直接、路面にマーキングする。

マーキングロボットは、GNSS 信号を受信しながら、あらかじめ設定された線形データを現地路面にトレースする。線形データは DXF データで作成し、その座標を現地の公共座標に合わせて使用する。ロボットの操作は専用アプリがインストールされたタブレットで行い、線形データはアプリ内でオフセット、延長、進行方向反転等の編集が可能で、カーブやクロソイド曲線にも対応できる（最小回転半径は50cm程度）。マーキングには市販のスプレーを使用し、噴射のタイミング（連続、間欠）や走行速度などをあらかじめ設定することができる。

#### 【機器・技術のスペック】

表- 1 自走式ロボット 主要諸元

|        |                 |         |                      |
|--------|-----------------|---------|----------------------|
| 寸法     | 804 × 688 × 491 | チルト補正   | 自動補正                 |
| 重量     | 22kg（バッテリー 4kg） | 位置決め方法  | GNSS（VRS 方式）         |
| バッテリー  | リチウムイオン式        | マーキング精度 | ±2.0cm               |
| 連続稼働時間 | 8 時間程度          | UI      | android 端末、Bluetooth |
| 走行速度   | 最大 4km/h        | 任意設定項目  | 速度、マーキングパラメータ        |
| 最大登坂傾斜 | 15%             | スプレー缶   | 最大 φ65 × 300mm（調整可）  |
| 防水性能   | IP65            |         | 市販品使用可能（逆さ噴射式）       |

## 2. 採用の効果

- ・従来方法と比較し、作業人員、作業時間ともに、最大 80%程度削減される（当社検証による）。
- ・作業効率は 10 倍程度となる（当社検証による）。
- ・『立つ』⇔『しゃがむ』の繰り返し動作がないため、身体的負担が軽減される。
- ・修繕工事における供用車線に隣接した箇所での作業が軽減され安全性が向上する。

## 3. 課題

- ・公共座標に合わせた線形データが必要なため、使用前に現地での測量が必要となる。



写真- 1 マーキングロボット（前側）



写真- 2 マーキングロボット(後ろ側)



写真- 3 スプレー缶設置状況



写真- 4 マーキング作業状況

Wi-Fi 温度ロガーを活用したアスファルト合材の温度管理

|          |           |            |           |            |
|----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 (IoT) |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育)  | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

Nコレ・サーマル ～積込みから荷降ろし間の温度共有と自動記録～

1. 事例概要

Nコレ・サーマルは、Wi-Fi 接続が可能な温度ロガーを活用して、積込み時から荷降ろしにおけるアスファルト合材の温度を連続・自動的に測定・記録する温度測定システムである。

工場出荷時に、運搬車両の荷台あおりに連結された温度ロガーをアスファルト合材に挿入すると、温度測定が開始される。運搬車慮が現場に到着し、施工機械に近づくると、現場の施工機械などに設置された Wi-Fi ルーターを通じて、それまでに測定・記録された温度データがクラウドに保存される。運搬車両がダンプアップすると、熱電対がアスファルト合材から自然に離れ、測定温度が急激に下降するため、そのピーク温度を到着温度（荷降ろし時温度）として記録する。通常、温度データは1分（※）ごとに取得されてクラウドに保存され、クラウドに保存されたデータは、CSV や PDF により出力が可能である（※変更可能）。

また、従来、現場に到着した合材の温度は、規格値を満足しているかを確認するため、専任の温度測定者がダンプトラックの荷台に登って測定していたが、当該温度ロガーに接続された液晶画面をダンプトラックの側面に取り付けることで、荷台に登ることなく、合材温度を目視で確認できる。

【機器・技術のスペック】

- ・Wi-Fi 温度ロガー：Testo Saveris2-T3
- ・熱電対：特殊 K 熱電対（シース型、シース長 25cm）
- ・Wi-Fi ルーター：日本電業工作株式会社 FalconWAVE など（※一般的なモバイルルーターでも可能）
- ・データ確認端末：インターネットに接続できる端末（スマートフォン、タブレット、PC など）



写真1 Nコレ・サーマル機材  
(Wi-Fi 温度ロガー、特殊 K 熱電対)

## 2. 採用の効果

- ・自動でアスファルト合材の到着温度が測定・記録されるため、現場における専任の温度測定者が不要、もしくは作業軽減、測定忘れや測定ミスの低減が図られる。
- ・温度測定者がダンプトラックの荷台に登る必要がなくなるので、荷台からの墜落・転落リスクがなくなる。
- ・温度データがクラウドに保存され、自動で帳票が作成されるため、温度数値入力等の帰社後、事務所での作業が削減できる。
- ・運搬中のアスファルト合材の温度を測定できることから、仮に、運搬中に温度低下した規格外のアスファルト合材があった場合でも、その使用を未然に防ぐことができる。

## 3. 課題

- ・アスファルト合材積み込み後に、温度ロガーを合材に挿入するため、合材出荷する工場では荷台への昇降作業が必要となる。



①ダンプトラックに温度ロガー設



⑤ダンプトラックが現場に到着



②ダンプトラックにAs 合材積込



⑥温度ロガーがWi-Fi 接続



③As 合材に特殊 K 熱電対挿入



⑦温度数値がクラウドに保存



④ダンプトラックが現場に移動



⑧タブレット等で合材温度確認

写真2 Nコレ・サーマル運用の流れ

ステレオ写真測量を活用した舗装出来形計測

|          |           |           |           |            |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（写真測量） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計        | 施工（出来形計測） | 維持管理       |
|          | その他（教育）   | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

N コレ・メジャー ～計測人員 1 名で管理断面の下がり計測～

1. 事例概要

従来、舗装修繕工では切削前、切削後、舗装後における各層の厚さ管理として、基準となる高さに水系を張り、横断方向の所定箇所で水系から路面までの距離をスケールで測る「水系下がり計測」が一般的で、施工幅はリボンテープを路面上、横断方向に敷設して計測している。

計測は、所定箇所に標尺を設置する必要があるため、複数人が必要となる。

N コレ・メジャーは、ターゲットと呼ばれる部材を路面上の所定箇所ほかに配置し、これらを異なる位置からデジタルカメラで複数回撮影し、専用のソフトウェアで画像解析することで、従来方法の水系下がり計測と施工幅計測を一人で同時に行うことができる技術である。また、デジタル化されたデータが取得できるので、自動で帳票作成まで行うことができる。

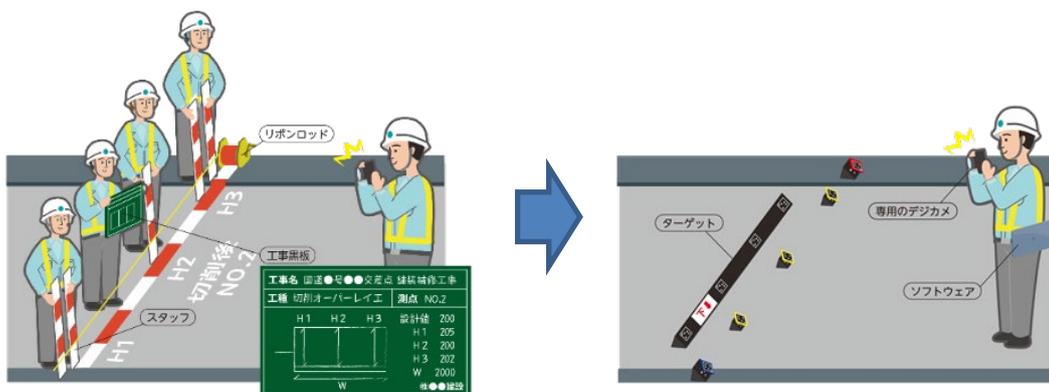


図-1 従来計測と N コレ・メジャー計測イメージ

## 【機器・技術のスペック】

使用機器は、特殊なシートを張り付けたターゲットと専用のデジタルカメラおよびデジタルカメラで取得した画像を解析するソフトウェアが入ったパソコンで構成される。

路面に設置する各ターゲットには、それぞれ次の役割がある。所定計測箇所を設置する下がりターゲットは、従来計測方法の下がり相当する寸法を算出する。両端部に設置する水平方向兼幅ターゲットは、路面に対する水平方向軸を決定し、幅寸法を算出する。下がりターゲット後方に設置する鉛直方向ターゲットは、路面に対する鉛直方向軸を決定する。同じく、下がりターゲット後方中央に設置する基準スケールは、絶対寸法として、算出された寸法を補正している。

技術紹介 URL : <https://www.youtube.com/watch?v=4USoHU11ZA4>



写真-1 計測状況



写真-1 機材構成

## 2. 採用の効果

- ・計測員 1 名で計測できるため、水系下がり計測と同様の結果が得られる。
- ・計測精度は、水準測量や水系下がり計測と同等である。
- ・写真を 8 枚撮影する場合、解析時間は 1 分程度で、その場で計測結果を確認できる。
- ・計測結果は一覧表に出力が可能のため、従来と比較して、事務所作業が軽減できる。

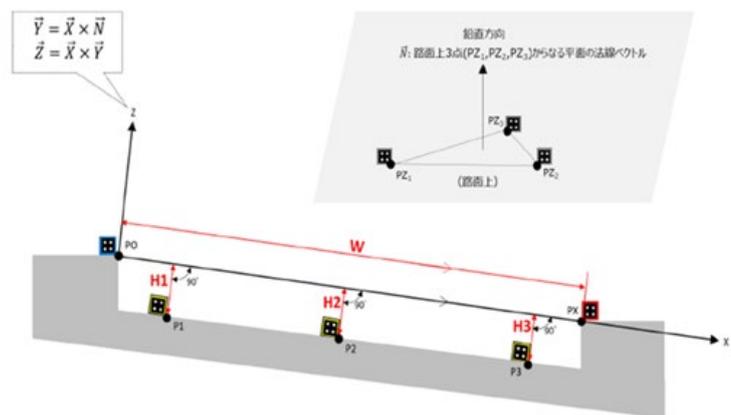


図-2 計測値算出方法

## 3. 課題

- ・雨天時は計測できない。
- ・専用のデジタルカメラが必要となる。写真管理用デジタルカメラと併用できない。
- ・日中の日差しが強く、路面の照り返しが強い場合は、計測箇所に影を作る必要がある。

# 株式会社NIPPON

## コンクリート舗装の施工管理を2次元コード活用で自動記録

|          |           |            |           |            |
|----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 (IoT) |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育)  | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## N-PManager-Co ～コンクリート施工情報一元管理システム～

### 1. 事例概要

2次元コードとタブレット端末を活用したコンクリート施工管理システムである。

従来、コンクリートの時間管理は、各管理ポイントに配置された専任の時間管理員が、出荷、現場到着、打設開始および打設完了時刻を野帳等に記録し、各人が事務所に持ち帰ったのち、これらを統合して帳票を作成している。

N-PManager-Co は、出荷、現場到着、打設開始および打設完了の各管理ポイントに設置したタブレット端末のカメラが、運搬車両に張り付けられたカラーコードを自動で認識し、各時刻を記録する。その後、専用の web アプリが、運搬車両ごとに、各ポイントの時刻が記載された帳票を作成する。

また、クラウドに接続可能な温度や湿度計を使用すれば、定期的にアップロード可能となるため、品質管理員が現場内で実施した品質管理試験データを入力することで、即時に情報共有が可能である。

記録データはリアルタイムに WEB 上で確認できるため、所定の時間を超過した材料を判別できるだけでなく、遠隔地からでも進捗確認を行うことができる。

### 【機器・技術のスペック】

- ・2次元コード：マグネットシート
- ・認識用タブレット端末：iPad Pro など (iOS アプリを活用)
- ・データ確認端末：インターネットに接続できる端末 (スマートフォン、タブレット、PC など)

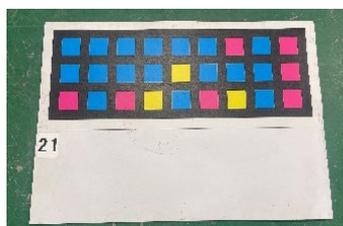


写真1 N-P Manager-Co 機材 (左：2次元コード、右：データ確認端末)

## 2. 採用の効果

- ・生コンの時間管理記録が自動で行えるため、専任の管理員が削減できる。
- ・WEB アプリで帳票作成も自動で行うため、数値入力等の事務所作業が削減できる。
- ・リアルタイムにプラントの出荷状況や施工の進捗、品質管理データをプラントと現場の双方が情報を共有することが出来るため、出荷ピッチの調整やスランプ調整を積極的に行うことが可能になり、連続施工や均一な品質の材料を扱うことにより、高品質な施工を可能とする。

## 3. 課題

- ・出荷時刻の記録は、プラントに運搬車両が進入し、タブレット端末が2次元コードを認識したタイミングになるため、場合によって、プラントが発行する伝票時刻と1~3分程度の誤差が生じる場合がある。

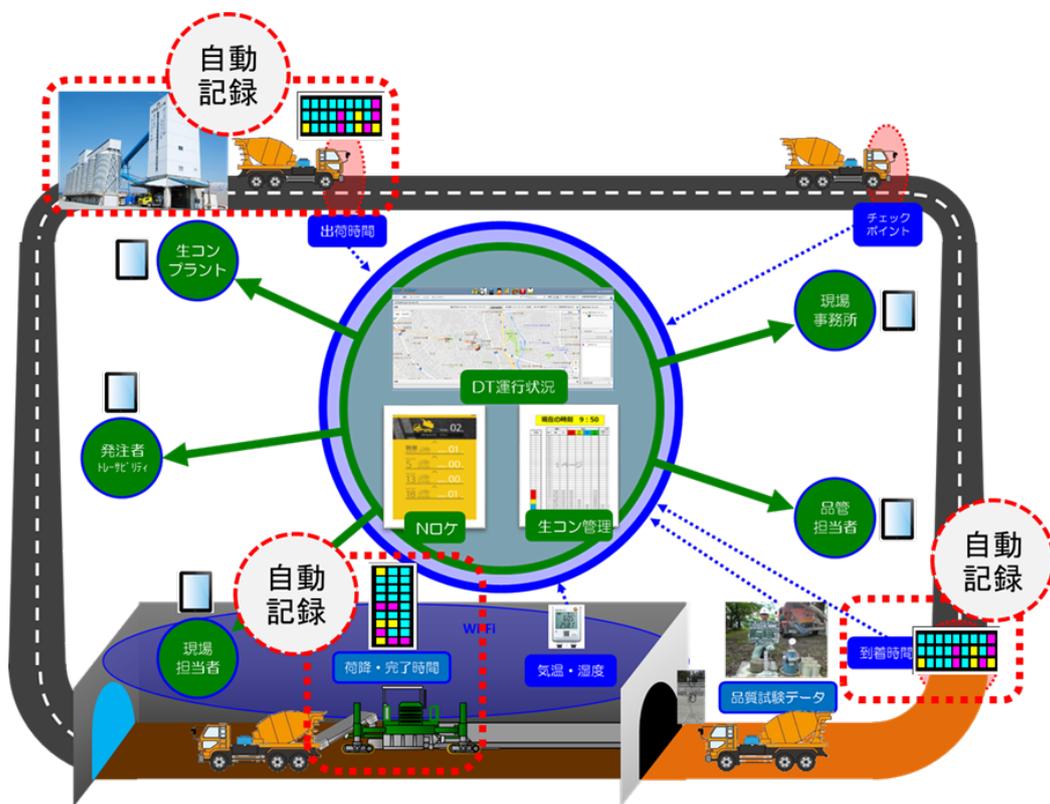


図1 システム概要図



写真2 出荷時刻認識状況

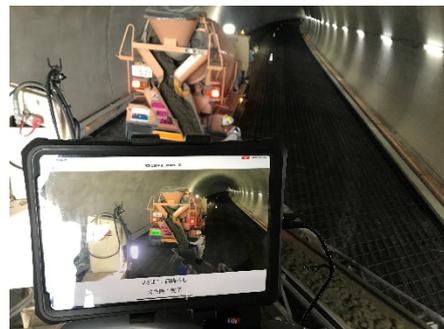


写真3 打ち込み開始認識状況

## 遠隔臨場システム

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 小断面シールドでの遠隔立会運用

### 1. 事例概要

都市部の小断面(二次覆工φ=800mm)シールド工事に遠隔臨場を導入した事例である。国交省の「令和3年度遠隔臨場の試行要領(案)」に準拠している。スマートグラスを用いた音声操作でハンズフリーなものである。立会時には検尺ロッドなど手に持ちながら実施が可能である。また、スマホを併用することで、接写や測量機器への取り付けにも対応でき撮影の自由度が高いのが特徴である。さらに、一般的なWeb会議システム(MS Teams)に組み込んだため、特殊なソフトをインストールすることなく運用が可能である。通信容量については無制限で試用でき、何時間利用しても通信速度制限にかかることはない。現在は明かりでの発注者立会を基本に運用しているが、今年度中には坑内も含めた運用を開始する予定である。



図1 スマートグラス使用



図2 会議画面

## 【機器・技術のスペック】

### ○スマートグラス

形状：アンドロイド端末・カメラ・アームディスプレイ一体型

重量：約 380g

オペレーティングシステム：Android 8.0

防水・防塵：IP66

端末操作：ハンズフリー、音声操作

カメラ：光学式手ぶれ補正機構内蔵、16MP、1080P@30fps（最大）

ディスプレイ：0.33 インチ LED、WVGA（854×480）

オーディオ：マイク／スピーカー内蔵

バッテリー：3250mAh、着脱交換可能、連続使用時間：2～3 時間

### ○モバイル wi-fi ルーター

形状：約 84mm× 約 157mm× 約 16mm（本体）

重量：約 268g

Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac

バッテリー：4000mAh、連続使用：4 時間（Teams 使用時）

## 2. 採用の効果

発注者事務所から往復で約 20 分（約 5.7km）の時間が削減される。毎日立ち合いがあると仮定すると年間 82 時間の削減が期待できる。また、車移動による CO<sub>2</sub>削減の効果も期待できる。発注者である横浜市水道局では遠隔臨場は初の導入であり、運用がうまくいけば本事例を下地に他工区での採用（他社施工も含む）も考えている。よって、他工区への導入も含めると計算した数値以上の大幅な効果見込まれる。

## 3. 課題

シールド坑内での遠隔臨場の実施である。携帯電話回線ではつながらないため、独自に通信網を構築することが最大の課題である。現在、通信網を含む運用方法の検討を今年度中に実施する計画で進めている。

遠隔臨場ドローン

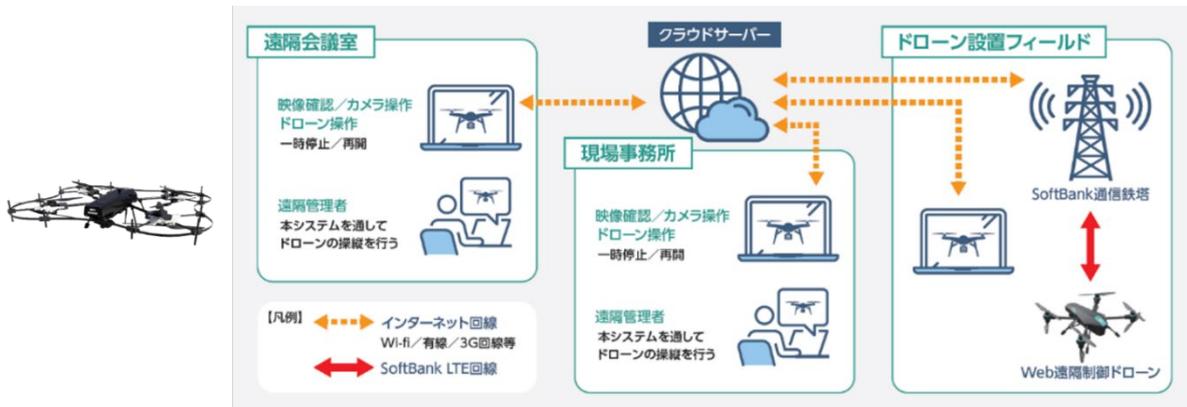
|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

リアルタイム空撮映像で遠隔臨場を高度化・効率化

1. 事例概要

本システムは、遠隔監視システムである SENSYN CORE Monitor(以下、SC モニタ)を基に建設現場の遠隔臨場向けに改良したシステムであり、ドローンが現場を撮影したデータや飛行時のテレメトリ情報は、4G-LTE 回線を通して、クラウドにアップロード、蓄積し、一括管理される。これらの情報は、遠隔会議室や現場事務所といった様々な場所からシステムに接続して映像の確認が可能となっている。SC モニタの操作画面は、ドローンの撮影映像と右下にあるコントローラなどで構成されている。コントローラでは、左部の方向スティックでドローンの旋回とカメラ角度の調整ができ、写真撮影やその他にもズームやジンバルピッチの調整が可能である。また、外部関係者には URL 共有機能を用いることで簡単に情報共有できる。本システムで取得した映像は、リアルタイムで確認することはもちろん、過去に撮影した画像・映像をクラウドより読み込み、比較・参照することも可能である。

【機器・技術のスペック】



システム全体構成



システムの現場試行概要

## 2. 採用の効果

- ・地上からでは、撮影者の移動やカメラの段取り替えが必要な場合でも、ドローンにより検査対象全域の概況から、cm 単位のピンポイントな詳細確認までを短時間でカバー
- ・リアルタイムかつ複数映像の表示とクラウドに保存された過去の遠隔臨場記録の再現・比較閲覧
- ・複数拠点から Web ブラウザでアクセスすることでドローンの遠隔操作可能
- ・リアルタイム映像を確認しながら、機体の向きやカメラのズーム（最大 14 倍）を自由に操作

## 3. 課題

より安定した映像品質が確保できるよう、場所・時間に応じた最適なキャリア通信網が選択できるシステムの検討が必要であると考えます。また、ドローンの制御・通信に普及段階に入った 5G を活用し、さらなる映像の高画質化を推進予定である。

## 港湾工事における橋梁下部工での CIM 活用工事の取り組み事例

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## BIM/CIM モデルを活用した生産性向上を目指して

## 1. 事例概要

九州地方整備局発注の鹿児島港(鴨池中央 港区)臨海道路橋脚 P8 下部工工事において CIM 活用工事に取り組み、下記内容を実施した。

- ・ CIM モデルへの属性情報の付与(図-1 参照)
- ・ 工事工程を反映させた 4D シミュレーションによる施工手順の見える化(図-2、3 参照)
- ・ 3D 配筋モデルを利用した鉄筋の干渉チェック(図-4 参照)

## 【機器・技術のスペック】

## ① CIM モデルへの属性情報付与

属性情報付与では Navisworks を使用し、直線付与では Navis+を併用。

## ② 4D シミュレーションによる施工手順の見える化

Navisworks の 4D シミュレーション機能を使用。

## ③ 鉄筋の干渉チェックによる事前照査

Civil3D によって作成した 3D 配筋モデル(dwg ファイル形式)をベースに Navisworks の自動干渉チェック機能を使用。

## 2. 採用の効果

工事関係者との打合せで CIM モデルを活用することにより、施工手順の理解が向上した。また、元請け業者と専門業者との間で意思の疎通ができ、手戻り防止による施工の効率化が図れた(写真-1 参照)。

## 3. 課題

- ・ 3D モデルを取り扱える技術者の不足。
- ・ 成果品の納品時において、CIM モデルの IFC 形式への書き出しが課題である。
- ・ 通常の施工管理に加え CIM モデルの運用による 2 重管理。

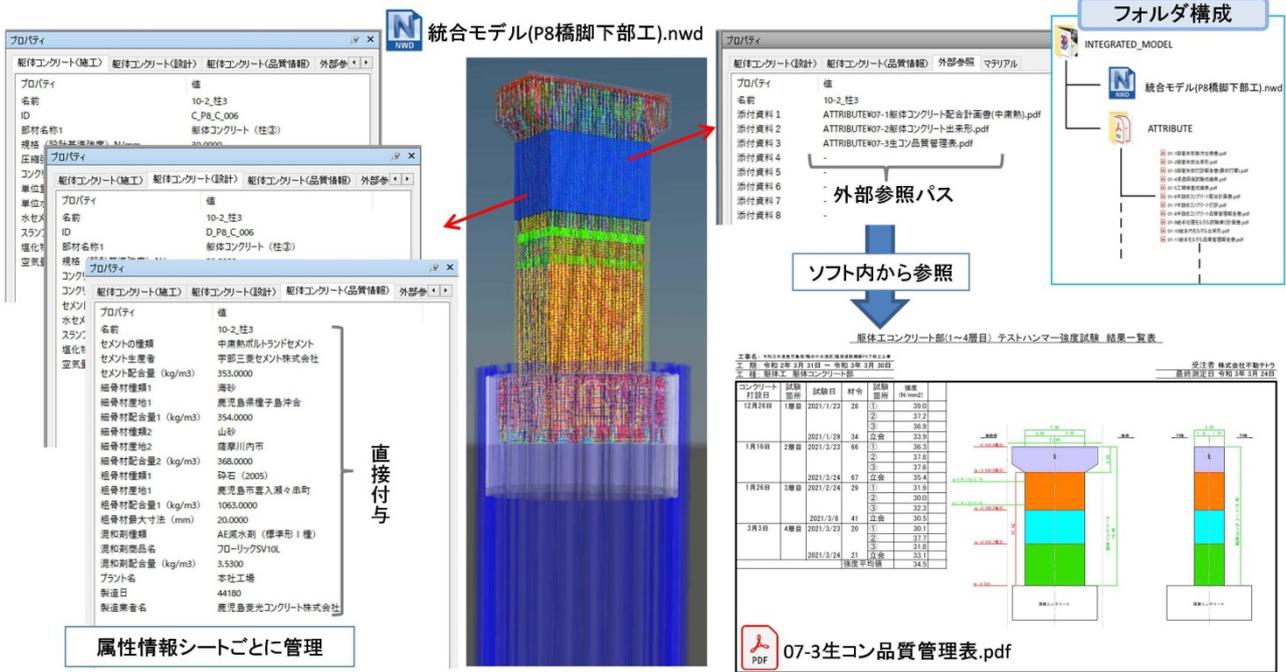


図-1 属性情報付与の概要

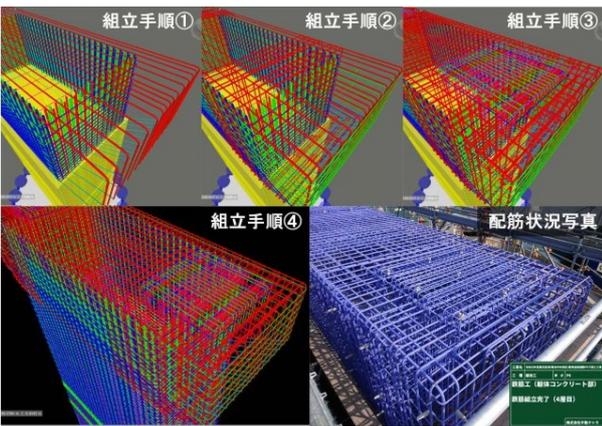


図-2 配筋手順の確認

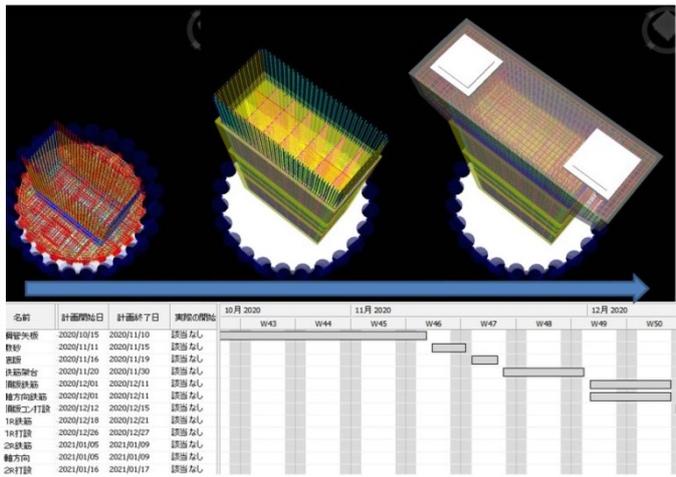


図-3 工事工程による4Dシミュレーション

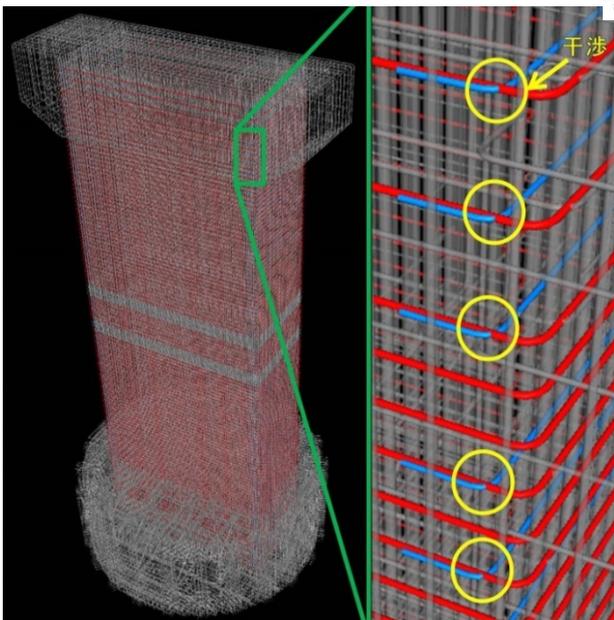


図-4 鉄筋の干渉チェック

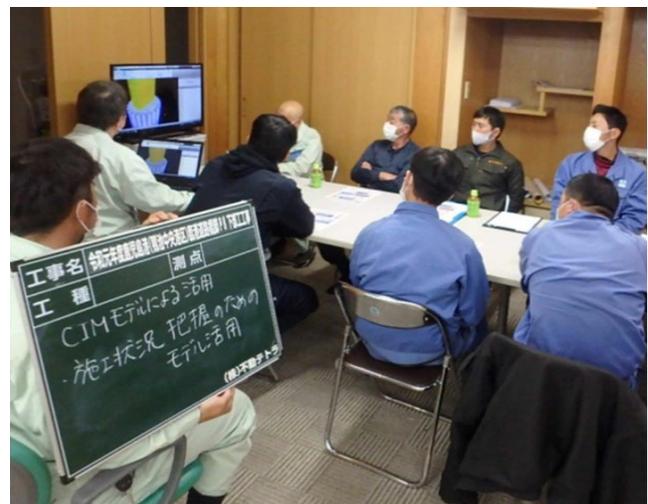


写真-1 CIMモデルを活用した打合せ

## 点群データを活用した構造物の施工管理

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(構造物工編)(試行案)」を实践

## 1. 事例概要

中央自動車道と東京外かく環状道路のジャンクション工事において点群データを活用した橋脚構造物の施工管理を実施した。実施内容を下記に示す。

- ・点群データによる単独橋脚の出来形管理および躯体表面の出来栄え(平坦性)評価。
- ・拡幅橋脚における既設橋脚の位置を点群データにより確認し、施工計画に活用。

## 【機器・技術のスペック】

## ① 橋脚構造物の出来形管理

3D 測量に地上型レーザースキャナ(GLS-2000)を使用。データ解析には TREND POINT を使用(図-1 参照)。

## ② ヒートマップによる橋脚躯体表面の出来栄え評価

Civil3D および TREND POINT により出来栄え評価のデータを解析。ヒートマップの作成には TREND POINT の出来形管理機能を使用。

## ③ 拡幅橋脚における既設橋脚の位置確認

拡幅橋脚における既設橋脚の 3D モデルを Revit で作成。座標データを有する Civil3D に構造物モデルを重ねて、既設橋脚の位置データの現場測定値と比較。

## 2. 採用の効果

## ① 橋脚構造物の出来形管理

出来形寸法の現場測定値と点群データによる計測値を比較し、基準高で 2mm、躯体寸法で最大 6mm の差が生じたが、出来形管理の許容値以内であった(図-2 参照)。

## ② ヒートマップによる橋脚躯体表面の出来栄え評価

橋脚躯体表面において大きな凹凸は無く、躯体表面の平坦性が確保されていることを確認できた。なお、躯体表面における最大誤差は8mmであった(図-3 参照)。

③ 拡幅橋脚における既設橋脚の位置確認

既設橋脚梁側部断面の中心位置における偏芯量で3D 測量および点群データの精度を評価したところ、現場測定値と点群データによる計測値の誤差は1mmであった(図-4、図-5 参照)。

3. 課題

- ・3Dモデルおよび点群データを取り扱える技術者の不足。
- ・出来形管理および出来栄評価に関するソフトの自動化。
- ・遠隔臨場を視野にいれた構造物工の出来形管理基準の整備。

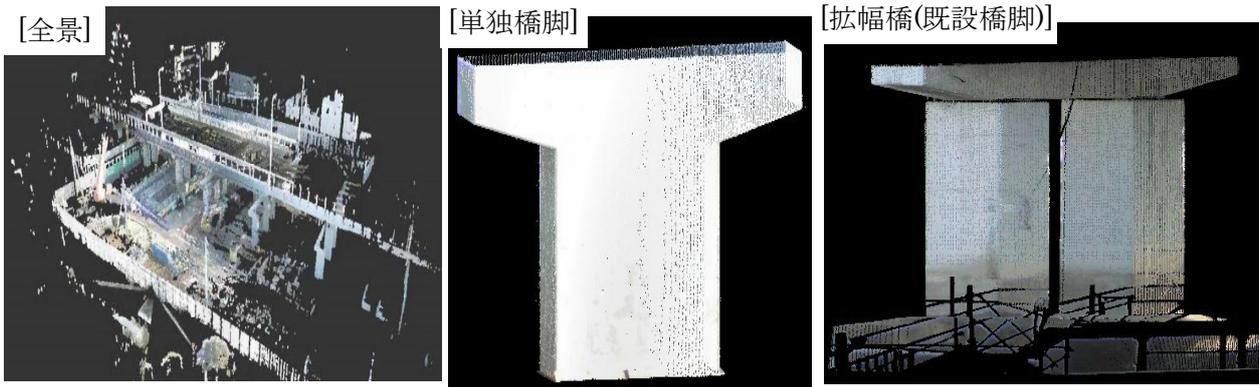


図-1 点群データの抽出

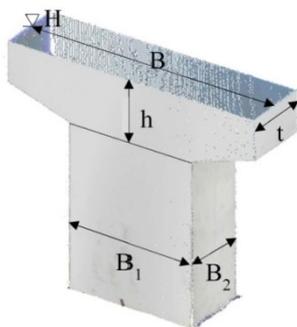


図-2 出来形管理の評価

| 梁部   | 設計値 [m] | 現場での測定値    | 点群データの計測値  | 許容値 [mm] |
|------|---------|------------|------------|----------|
| 基準高H | 54.299  | 54.303(+4) | 54.305(+6) | -30~+10  |
| 幅B   | 6.000   | 6.003(+3)  | 6.005(+5)  | ±30      |
| 高さh  | 1.500   | 1.502(+2)  | 1.504(+4)  | -10~+20  |
| 厚さt  | 1.500   | 1.510(+10) | 1.514(+14) |          |

| 柱部 | 設計値 [m]        | 現場での測定値 | 点群データの計測値  | 許容値 [mm]   |         |
|----|----------------|---------|------------|------------|---------|
| 幅  | B <sub>1</sub> | 3.000   | 3.009(+9)  | 3.003(+3)  | -10~+20 |
|    | B <sub>2</sub> | 1.500   | 1.514(+14) | 1.510(+10) |         |

表中の( )内は設計値との差[mm]を示す。

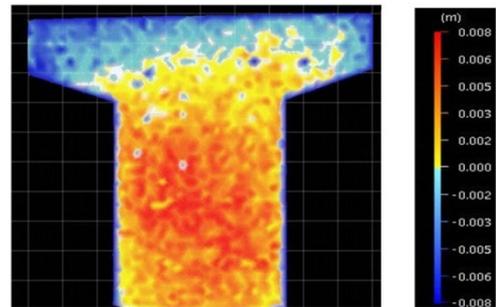


図-3 橋脚表面の出来栄評価 (ヒートマップ)

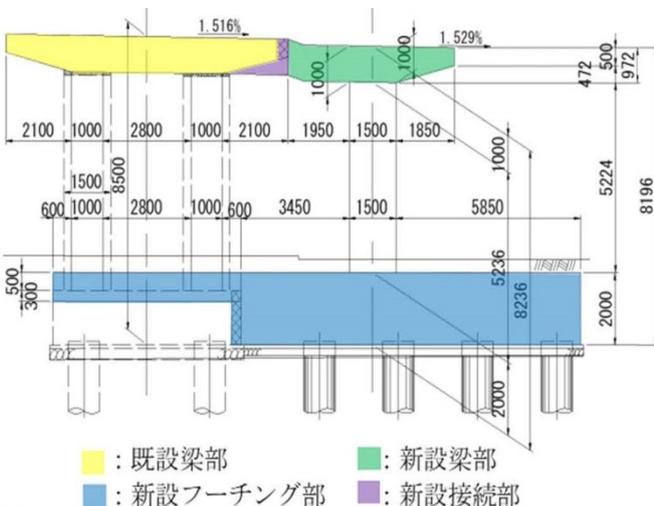
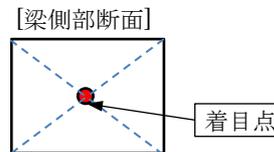


図-4 拡幅橋脚の断面図



単位: mm

| 座標  | 設計値        | 現場測定値      | 点群データによる計測値 |
|-----|------------|------------|-------------|
| X   | -36093.552 | -36093.644 | -36093.644  |
| Y   | -22381.281 | -22381.284 | -22381.286  |
| Z   | 54.217     | 54.184     | 54.187      |
| 偏芯量 | 0          | -          | -           |

| 座標  | 設計値との差 |        | 現場測定値と点群データとの差 |
|-----|--------|--------|----------------|
|     | 現場測定値  | 点群データ  |                |
| X   | -0.092 | -0.092 | 0.000          |
| Y   | -0.003 | -0.005 | -0.002         |
| Z   | -0.033 | -0.030 | 0.003          |
| 偏芯量 | 0.098  | 0.097  | -0.001         |

図-5 既設橋脚の位置評価

## 鋼製支保工建込みロボット

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 山岳トンネル工事の安全性・生産性向上技術

## 1. 事例概要

切羽肌落ち災害は、山岳トンネル特有の労働災害であり、統計上、鋼製支保工建込み作業中の被災事例が最も多い。災害防止対策として、地山の緩み抑制（鏡吹付けや鏡ボルトなど）や岩石落下の予測（切羽監視人の配置や切羽押出計測など）、防護対策（肌落ち防護マットなど）を複合的に実施し、災害発生確率を下げる努力をしているが、抜本的な対策とは言い難いのが現状である。平成 28 年 12 月に厚生労働省より通達された「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」（平成 30 年 1 月改定）においては、機械化による事故防止対策が要望されており、そもそも切羽に作業員が立入ることがなければ被災することはない。そこで、切羽に作業員が立ち入ること無く、山岳トンネル用鋼製支保工を設置可能な『鋼製支保工建込みロボット』を開発した。

本技術は、山岳トンネルにおいて、オペレーターのみで鋼製支保工建込み作業を可能とする技術である。鋼製支保工にマグネット装着した測量用プリズムや自動追尾型トータルステーションなどで構成する「支保工位置ナビゲーションシステム」、鋼製支保工の把持と設置位置を微調整可能な「高性能エレクター」および支保工を把持した状態でコンクリートの吹付けを可能とした「吹付アーム」を組み合わせ、運転席からの操作のみで高精度な支保工建込みを行うことを実現した。

連絡先：前田建設工業 土木事業本部 土木技術部 施工技術グループ トンネル技術チーム

水谷 和彦 E-MAIL：[mizutani.k@jcity.maeda.co.jp](mailto:mizutani.k@jcity.maeda.co.jp)

<https://www.maeda.co.jp/news/2019/11/18/4998.html>

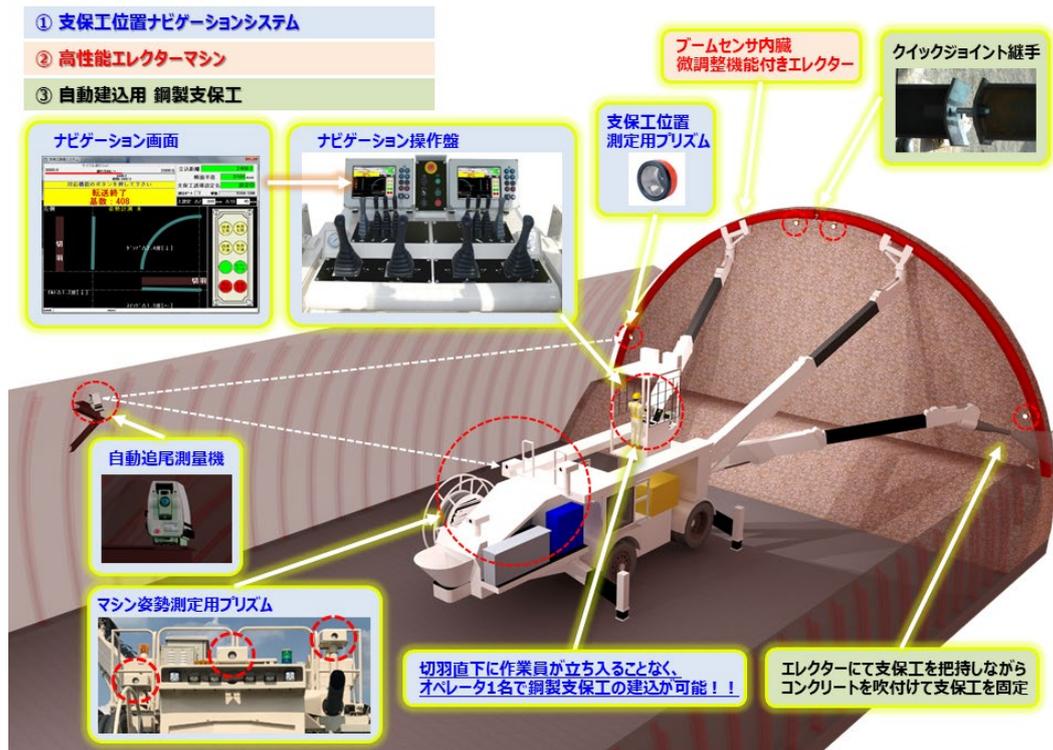


図-1 鋼製支保工建込みロボットのシステム構成概略図



写真-1 鋼製支保工建込みロボットの全景



写真-2 ナビゲーションによる位置合わせ状況

## 2. 採用の効果

- ・ 鋼製支保工建込み作業における切羽立入り作業ゼロを達成
- ・ 鋼製支保工建込み作業における省人化（従来技術：5名 ⇒ 開発技術：1名）
- ・ 施工サイクルの短縮（通常施工スピードの約 1/3）
- ・ 鋼製支保工建込み精度の向上（カーブ区間にも対応）

## 3. 課題

ナビゲーション技術であり、オペレーターの技量により施工サイクル短縮効果は寄与する。現在、オペレーターの技量に依存しない完全自動化技術を構築中。

# 三井住友建設株式会社

## 遠隔検査システム「遠検<sup>®</sup>」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 立会調書も一括で管理する遠隔臨場システム

### 1. 事例概要

遠隔検査システム「遠検」は、建設現場での発注者立会検査において、タブレット端末を用いて遠隔地間(事務所、現場など)をオンライン接続し、映像・音声・調書の表示・記入等をリアルタイムに共有するシステムである。

### 【機器・技術のスペック】

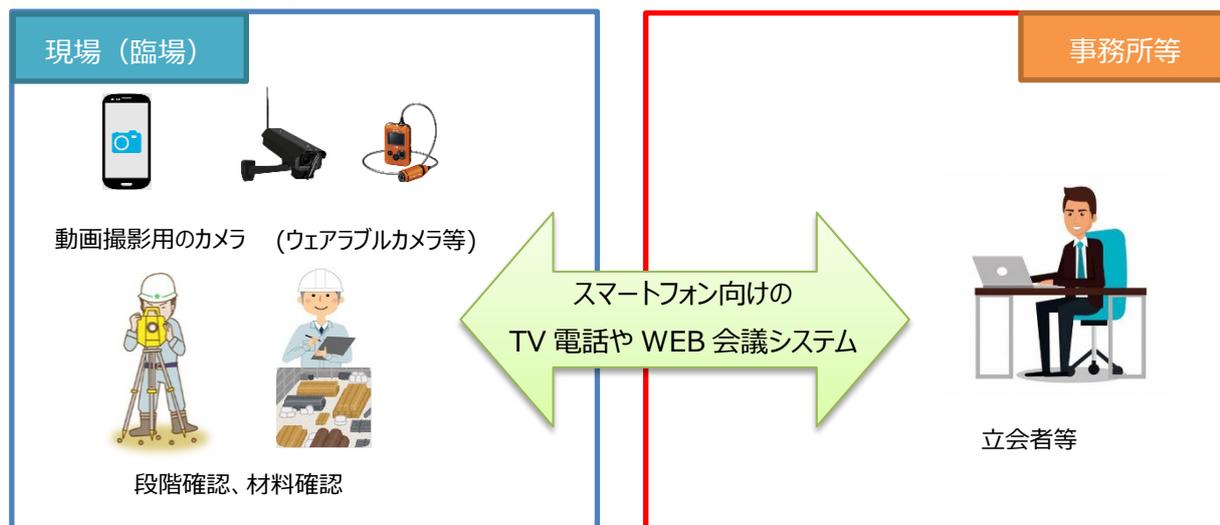


図 1 従来の遠隔臨場方式

従来の遠隔臨場方式（図 1）は、映像と音声のみを共有するものであったが、本システム（図 2）はタブレット端末（iPad）2 台を接続することで、立会調書の表示・記入・署名・承認を映像と同時に行うことが可能となる。

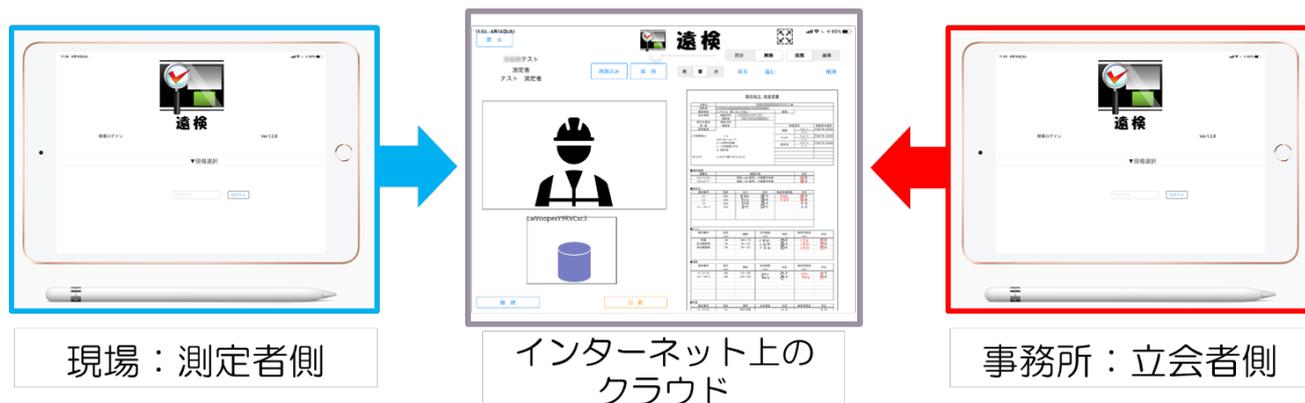


図2 遠隔検査システム「遠検」の概要

本システムの手順を以下に示す。

- ① PCにて、事前に立会検査書類（PDF）をインターネット上のクラウドへ登録（Google Chrome 推奨）
- ② 遠隔検査開始時間に、測定者は現地にて、立会者は事務所でタブレット端末を使用してアプリケーションを起動
- ③ 対象検査を選択し、立会者と測定者間で立会調書、映像、音声を共有（立会の実施）
- ④ タブレット上に表示された立会調書に文字（数値）・立会者の署名・メモ等をタッチペンにて直接書き込み、双方へ反映
- ⑤ クラウド上に更新された立会調書を保存し終了



写真1 遠隔検査システム「遠検」実施状況

## 2. 採用の効果

工事中の立会検査は、現場での施工状況確認や工場での品質確認等、数多く行われるため、本システムの導入により立会のたびに発生していた立会者の移動時間と測定者の待ち時間が削減される。また、新型コロナウイルス等への感染リスクも低減される。さらに、立会調書を電子化で共有することによって、検査値を入力した調書を印刷やスキャンする作業がなくなるだけでなく、印刷コストや調書の紛失リスクの低減を可能とし、作業工程の大幅な省力化を実現した。

## 3. 課題

遠隔検査システム「遠検」を活用する際の課題として、建設現場の通信環境問題が挙げられます。昨今では建設現場に導入する多くの機械・設備はIoT化しており、ICT技術が積極的に導入されていますが、建設現場における通信環境の整備はまだまだ一般化されておらず、これらを導入する際の障害となっている。これらの課題を解決することが、建設現場のDXを進めるためには必要不可欠となっている。

リアルタイム鉄筋出来形自動検測システム「ラクカメラ<sup>®</sup>」

|          |            |           |           |            |
|----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量      | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律      | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場       | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（鉄筋出来形） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量         | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）    | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上      | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

鉄筋出来形検査がタブレット一台で完結

1. 事例概要

リアルタイム鉄筋出来形自動検測システムは、デプスカメラと専用のアプリを内蔵したタブレットを用いて、鉄筋の出来形状況を撮影するだけで、自動的に配筋間隔の検測や帳票、写真台帳の出力ができるシステムである。

○特徴

- ・ 距離画像用カメラ（デプスカメラ）と色画像用カメラの2種類が搭載されているカメラを使用
- ・ 専用のアプリを内蔵したタブレットにデプスカメラを接続
- ・ 撮影するだけで、配筋間隔を自動検測し帳票、写真台帳を自動出力
- ・ 従来の写真管理で使用するマーカーや標尺の配置・固定作業が不要



写真-1 計測状況

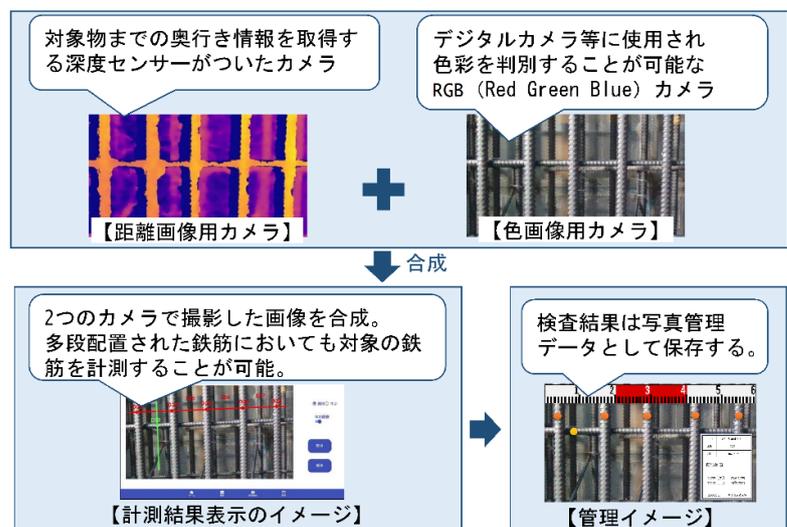


図-1 計測フロー

## 2. 採用の効果

### ○生産性向上

一般的なスラブや壁の配筋検査を行う場合において延べ人数で算出すると、スケールを用いた一般的な計測方法と比較して3分の1に短縮が可能である。

また、本システムは、遠隔検査にも対応でき、発注者の移動時間や待ち時間の省力化を図ることが可能になった。

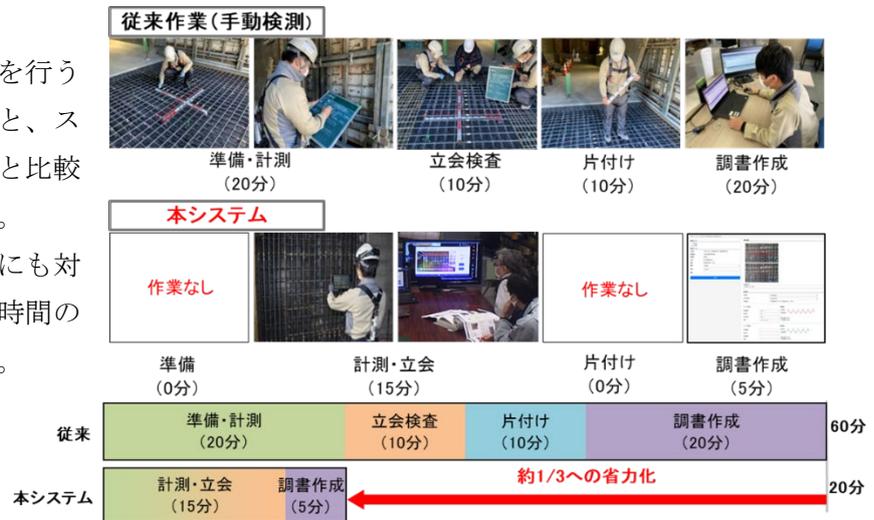


図-2 従来作業との比較

### ○品質向上

従来作業では、スケールや標尺を使用して計測するため、設置の際に個々の差やヒューマンエラーによる計測誤差があった。

本システムは機械による測定のため個人による数値の誤差が生じず確実な計測により品質が確保される。



写真-2 検査方法の比較

### ○安全性向上

従来作業では、足元が不安定な鉄筋上でマーカ―や標尺の設置作業を行っていた。本システムは、これらの準備作業が不要であることから以下の項目での安全性が向上される。

- ・移動作業および立ち・しゃがみを繰り返すことによる転倒の危険性
- ・鉄筋への直接的な接触による切断面や結束線による切り傷や挟まれ等の危険性
- ・マーカ―・標尺等の落下の危険性

## 3. 課題

本システムの鉄筋配置間隔の計測誤差は約90%が $\pm 3\text{mm}$ であり最大が $\pm 5\text{mm}$ である。鉄筋配置間隔の許容誤差により精度は十分だと言える。しかし、現時点での鉄筋径の判別制度は7~8割であり、鉄筋径判別精度の向上が課題である。

本システムは、タブレットやデプスカメラは市販品を使用している。デプスカメラの性能等は年々向上され、今後もさらに高精度なカメラが開発されることが予想される。これにより、本システムを使用して鉄筋径の確実な判別に加え、かぶり厚さの計測やその他の構造物の出来形計測への応用を図っていく。

鉄筋組立自動化システム「Robotaras® II (ロボタラス® II)」

|          |           |           |           |            |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量     | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律     | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場      | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他(鉄筋組立) |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量        | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他(教育)   | その他(事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上     | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

省人化により生産性が3倍に向上

1. 事例概要

ロボタラス® (ROBOT Arm Rebar Assembly System) は、建設工事における様々な工種で生産性向上のボトルネックとなっている鉄筋組立の自動化を図るものがある。プログラミングされたロボットアームを使用して鉄筋組立作業を自動化したシステムであり、大幅に省人化することが可能となる。

本システムの導入は、鉄道構造物の軌道スラブ製造に続くもので、当社の能登川工場(滋賀県)で製作するプレキャスト PC 床版の鉄筋供給・配置・結束作業に導入した。

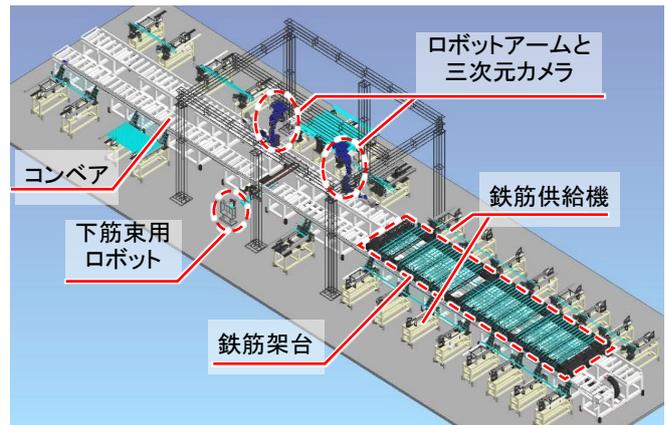


図-1 【「プレキャスト PC 床版」の鉄筋組立作業に適用したシステムの概要および全景】

### 【システムの特徴】

- ・天吊りのロボットアーム 2 台と下筋結束用のロボット 1 台を用いて鉄筋の配置と結束作業を行う。
- ・ロボットアーム先端部は、作業工程に応じて「鉄筋保持治具」と「鉄筋結束機」を交互に自動着脱することで、1 台のロボットアームが配置・結束の両作業を実施する。
- ・ロボット周辺には加工鉄筋に応じた全 11 種類の「自動鉄筋供給機」を設置している。
- ・ロボットアームの先端には三次元カメラを設置し、鉄筋結束時に結束箇所を撮影することでプログラミング位置とのずれを認識・補正して確実に結束する。

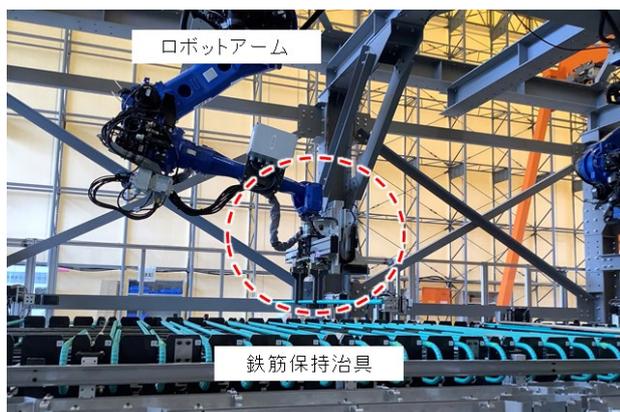


図-2 【鉄筋配置状況】

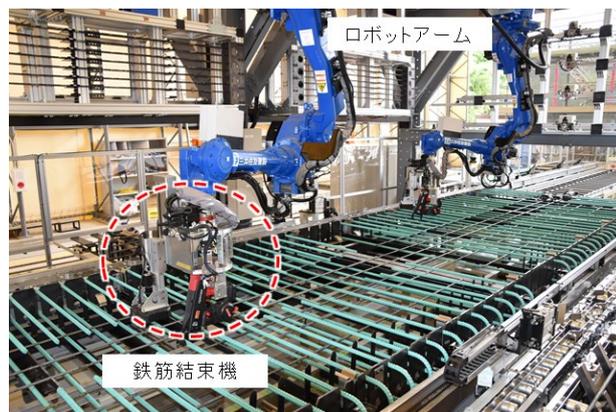


図-3 【鉄筋結束状況】

## 2. 採用の効果

- ・品質の向上  
配筋作業や結束作業を機械で行うため、人為的誤差を排除でき、作業の確実性を向上できる
- ・生産性の向上

プレキャスト PC 床版の鉄筋組立に本システムを適用し、鉄筋総重量の約 85% の鉄筋を自動で組み立てる。また、本システムにおいて作業員は鉄筋供給機への加工筋の補充と鉄筋結束機へのワイヤ充填などの補助業務のみとなる。そのため、従来の鉄筋組立作業は作業員 6 名で 2 枚/日を組み立てていたが、本システムでは 2 名で同量の鉄筋を組み立てることができ、従来の作業員による鉄筋組立と比較して 3 倍の生産性向上を実現できる。

- ・安全性の確保

本システムの外周には安全柵を設置しており、さらに安全柵内にはエリアセンサーを設けている。システム稼働時に人や物が安全柵内に入ると、装置が自動停止するよう設定されているため、安全性を確保できる。

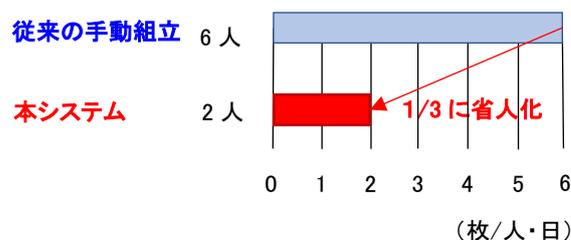


図-4 省人化の比較

## 3. 課題

当社では、「中期経営計画 2019-2021」において「建設生産プロセスの変革」を基本方針の一つに掲げ、生産性の向上に取り組んでいる。引き続き、本システムの当社プレキャスト (PCa) 工場の製造ラインでの適用拡大と更なる開発を進め、自動化技術による生産性の向上を幅広く展開していく。

## コンクリート打設管理の生産性向上

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## コンクリート打設管理の自動化・見える化

### 1. 事例概要

既設橋脚の耐震補強として実施される RC 巻立て工法では図-1 に示すとおりコンクリートの巻立て厚さが狭小であるため、1 層あたりの打ち上がり高さを目視で確認することは困難であった。当社ではコールドジョイントの防止および棒状バイブレータによる適正な締固めを目的として、打ち重ね時間間隔と打ち上がり高さを自動で管理・見える化できる「コンクリート打設管理装置」（以下、打設管理装置）を開発し、耐震補強工事に活用した事例を紹介する。

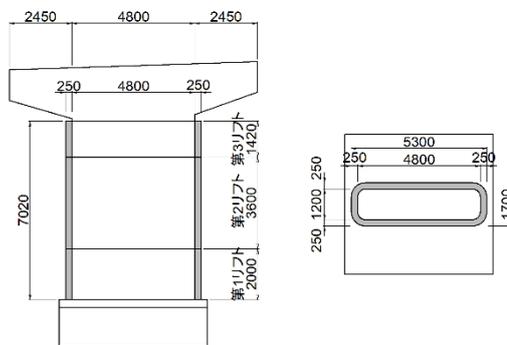


図-1 橋脚概要図

### 【機器・技術のスペック】

打設管理装置は、打設箇所に設置する携帯端末・変位センサと携帯端末を管理するホスト PC および Wi-Fi アクセスポイントで構成される。また、ホスト PC は最大で 8 台の携帯端末を同時に管理することが可能であり、複数箇所の打設状況を一括して把握することができる。ここで、装置の概要を図-2 に、現地での設置状況を写真-1 に示す。

- ・連絡先 : 村本建設株式会社 技術開発部 TEL06-6772-8208
- ・ホームページ : <https://www.muramoto.co.jp/technology>
- ・新技術情報提供システム NETIS : KK-180054-A



図-2 装置概要



写真-1 装置設置状況

## 2. 採用の効果

従来の方法では、現場職員などがコンベックスやスタッフを用いて打ち上がり高さを常時確認する必要があった。しかし、打設管理装置の活用により作業員が携帯端末を確認することでタイムリーに情報を把握することができ、所定の打ち上がり高さまで効率的にコンクリートを打設することが可能である。本装置の導入により職員の高さ確認作業が不要になるだけでなく、ポンプ工や締固め作業者などの手待ちが無くなりコンクリート打設作業の省力化を図ることができる。

また、打設管理装置は変位センサによりコンクリートの打ち上がり高さを常時測定するとともに、設定した1層高さに達したかの判定や打ち重ね時間間隔が自動で計算される。ポストPCの管理機能を用いることで複数箇所の情報を一元で管理できるため、現場における品質管理業務の省力化に大きく寄与するとともに、測定された打ち上がり高さや打ち重ね時間間隔はCSVデータとして出力することができるため、品質管理のエビデンスとして活用することも可能である。ここで、ポストPCによる一元管理の状況を写真-2に、測定データに基づいて作成した打設管理グラフを図-3に示す。



写真-2 一元管理状況(ポストPC)

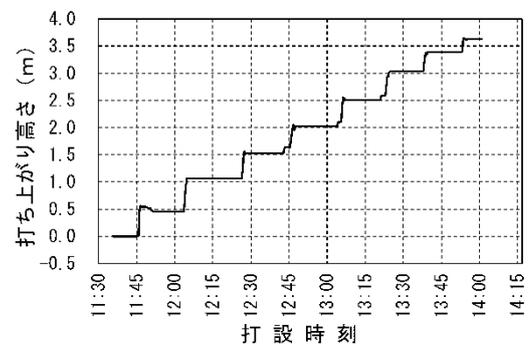


図-3 打設管理グラフ

## 3. 課題

本コンクリート打設管理装置は様々なコンクリート構造物の施工に活用することが可能である。ただし、現状ではピンポイントな箇所を対象とすることから、面的な計測について検討を進めているところである。

## VRを活用した架設シミュレーション

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## VR 架設シミュレーション

## 1. 事例概要

本工事は鋼橋上部工の架設工事であり、一部が公道上に張り出す道路線形のため交通規制の最小化と安全性向上のため、あらかじめ複数の桁ブロック（全長 46m）を地上で連結させ大型クレーンにより一度に架設する大ブロッケー括架設工法を採用した。

また本工事の BIM/CIM の取り組みにおいて、鋼桁をはじめ地形や橋脚、クレーンなどの各種モデルを統合し架設現場を詳細に再現した 3D モデルを構築し、架設計画や現場作業に活用した。（図-1）

さらに、この 3D モデルを VR 技術に応用し、専用のゴーグルを通して実際に架設現場にいるような視覚的な疑似体験ができる VR コンテンツを作成した。これにより、自身の歩行に合わせて VR 空間を自由に移動できる上、専用のコントローラーを用いることで様々な地点へ瞬時に移動することも可能となる。そして、架設の吊り上げ、旋回、降下の一連の施工ステップをあらゆる場所から確認できるコンテンツとした。

## 【機器・技術のスペック】

## VR コンテンツ

ゲームエンジン UnrealEngine を使用。

## VR 用 PC

グラフィックボードを搭載した一般的なゲーミング PC。快適な VR 体験を保証する“VR Ready” 認証付き PC 推奨。

## VR 用ゴーグル

市販の VR ゴーグル（例：Oculus Rift-S）

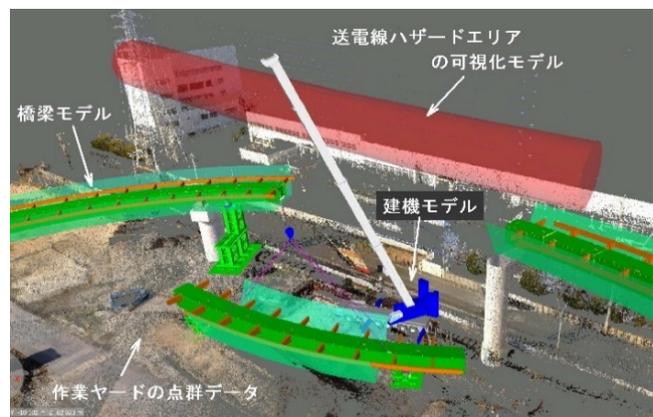


図-1 架設現場を再現した 3D モデル

## 2. 採用の効果

### (1) より詳細な検証

鋼桁のサイズ感や重量感、または上空位置での高度感など視覚情報からのさまざまな検討・判断が可能となる。また、ボルト締め付けや溶接、塗装などの作業性検討の高度化も図られる。(図-2)

### (2) 工事関係者のスキル向上

複雑な架設手順の見える化が図られ、現場作業員の工事理解度および安全意識が向上する。(写真-1)

### (3) 情報共有の高度化

図面やPC画面での情報共有に比べ、視覚的な体験を共有することで、円滑かつ迅速な合意形成に寄与する。



図-2 VRゴーグルの視界



写真-1 現場作業員によるVR体験

## 3. 課題

### (1) 費用

VRコンテンツ作成費に加え、専用PCやゴーグルなど必要な機材にかかる費用負担。

(本工事の場合：VRコンテンツ費100万円+PC40万円+ゴーグル5万円=145万円)

### (2) 操作スキル

機材は市販品であり決して難しいものではないが、操作上の設定や接続方法など一定のスキルが必要となる。

### (3) VRデータの信頼性

今回のように施工シミュレーション等に活用する上で、作成する仮想現実が現実と整合していることが必須となる。しかしながら、VRは構成データがすべて仮想のものとなり、それを証明することが難しい。

本工事では、地形モデルは3次元レーザースキャナで現地計測した点群データから作成し、クレーンモデルは使用する同機種のものとし、鋼桁モデルは実際に製作工場で使用した生産用3Dデータから変換することでVRデータの信頼性を確保した。

## 西武建設式ラインドローンシステム

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 安全で小型な外壁調査点検システム

### 1. 事例概要

西武建設式ラインドローンシステムで採用している2点係留装置は、屋上と地上の2箇所をラインで固定し、そのライン間を係留したドローンが飛行する。上下の2箇所を固定することで、墜落するとしても墜落箇所を離着陸箇所に誘導できることから、フェールセーフとなり1点係留装置に比べてリスクが軽減される。

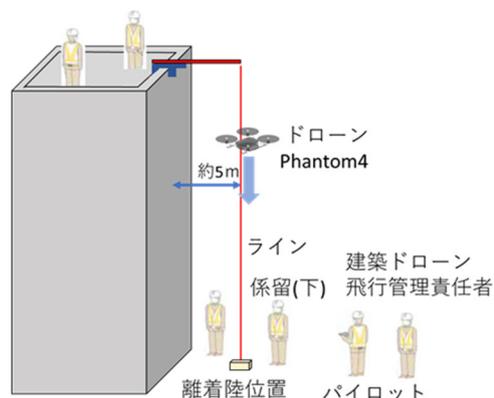


図1 西武建設式ラインドローンシステム実施形態

### 【機器・技術のスペック】

西武建設式ラインドローンシステムを構成する機器(ブラケット、ブラケットレシーバー、アダプター、リング付きロープ、非常落下防止ロープ、リール、ライン、セーフティーポート)に関しては仕様・規格を定めている。

各部材(ブラケット、ブラケットレシーバー、ライン)の強度は、引張力(ラインにかかる張力)に対し、設計強度(強度・耐久性試験合格基準)を上回ることになっている。

ブラケット、ラインの設定強度と引張力の関係を表1に、ブラケットレシーバーの強度と引張力の関係を表2に示す。

本システムを適用する建物については、ブラケット先端から地面までの高さ(90m以下)、屋上の作業スペース、パラペットの状況、外壁の垂直性、看板・アンテナ等の障害物の有無により、申請システム適用の可否を定めている。

表1 ブラケット、ラインの設定強度と引張力の関係

| 製品名称      | 強度・耐久性試験<br>合格基準 (A) | 設定<br>ライン引張力 (B) | A>B |
|-----------|----------------------|------------------|-----|
| ブラケット     | 10kgf                | 最大 3kgf          | ○   |
| ライン(PE12) | (72.57kgf)※          |                  | ○   |

※ラインに関しては、一般社団法人日本釣用品工業会「PE ラインの号数・強度・標準直径表」による。この表の PE12 の引張強度 72.57kgf を採用している。

表2 ブラケットレシーバーの強度と引張力の関係

|                | 強度・耐久性試験<br>合格基準 (A) | ライン引張力×<br>ブラケット長さ (B) | A>B |
|----------------|----------------------|------------------------|-----|
| ブラケット<br>レシーバー | 26kgf・m※<br>(65kgf)  | 最大 18kgf・m             | ○   |

※ ブラケットレシーバー上部回転部から先端までの距離 0.40m×65kgf

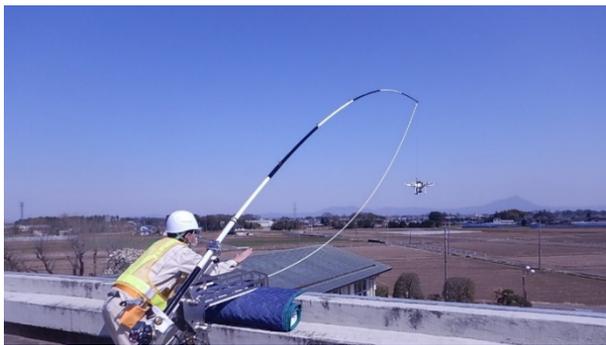


写真1 使用状況

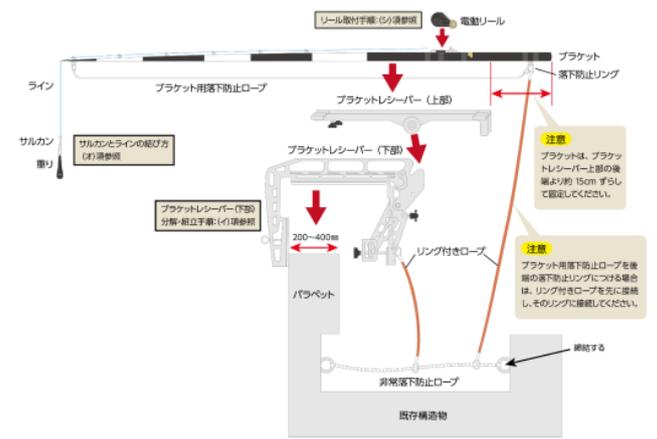


図2 設置方法

## 2. 採用の効果 ※なるべく定量的に記載する（活用の場面など定性的な内容でも良い）

今回開発した西武建設式ラインドローンシステムは、屋上と地上の2箇所にラインを固定し、そのライン間を係留したドローンが飛行することで、狭い作業範囲とすることができる。これにより、都市部でのドローンの飛行をサポートすることができる。また、上記の他に以下の効果がある。

- ① 建物の検査、調査の場合に足場がいらないため、仮設足場組立、撤去期間が0日となる。
- ② 足場、仮設が不要のため、仮設足場費用が0円となり、コスト削減できる。
- ③ ラインドローンシステムは、ブラケットレシーバー（約20キログラム）を屋上に運び、簡単に設置できるため、搬送費が0円となる。
- ④ 高層建物でも少人数で作業ができるため、人件費が少額となる。（90メートル以下で最低7名の人員で作業可能）

## 3. 課題

屋上のパラペットの形状によっては、設置できないため、疑似パラペットが必要となる。但し、オプションとして疑似パラペットを準備している。

既存ゴルフ場芝刈機ロボット化システム HerbF®

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

既存機をロボット化し、ベテラン技術を再現

1. 事例概要

既存ゴルフ場芝刈機ロボット化システム HerbF®は、キーパーの走行ラインの座標を GNSS アンテナから受信し、その座標を基に設定したウェイポイントに向かって無人で走行する。ベテランキーパーの芝刈動作を記憶装置に記録し、再現する「ティーチングプレイバック方式」を採用していることから、ベテラン技術の再現・継承が可能である。

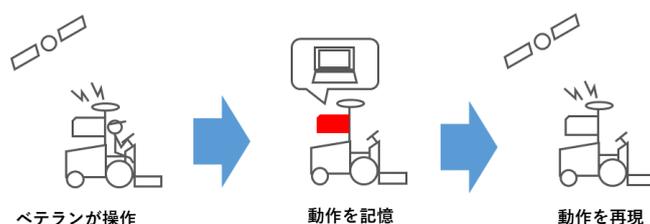


図1 ティーチングプレイバック方式

【機器・技術のスペック】

既存ゴルフ場芝刈機ロボット化システム HerbF®は、図2の主要な機器によって構成されている。表1には、実際に HerbF®が無人で走行する際の、各構成機器の役割について示した。



図2 HerbF®の構成機器

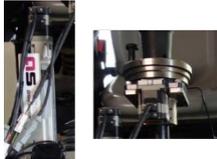
| 機器名                | 役割   | 写真   |
|--------------------|--|--|
| GNSS アンテナ          | GNSS アンテナから自己位置の推定をする。                                   |   |
| LiDAR              | 前方の障害物(人や物)を感知し、自動でブレーキが作動する。                            |   |
| カッティングユニット<br>スイッチ | 記録したキーパーの芝刈データ合わせて、にカッティングユニット昇降させる。                     |   |
| 回路ボックス             | PCで設定した芝刈データを、電気信号にして駆動部へ伝達させている。GNSS、IMU、LiDAR等を格納している。 |   |
| アクチュエータ            | 記録したキーパーの芝刈データ合わせて、駆動部を動作させる。                            |  |

表 1 HerbF®主要機器の詳細

## 2. 採用の効果

### ① 汎用性

油圧制御をレトロフィットにより操作可能としているため、汎用性が高いことが最大の特徴となっている。将来的には、様々な産業用機械へ転用できる可能性がある。

### ② 低コスト

大幅改造せず、外付け機器搭載のみで既存の芝刈機の自律化を可能にしたことで、できるだけコストを抑えることが可能となる。イニシャルコストは、他社類似製品の1/4程度の販売価格を想定しており、ランニングコストは、年間8百万円程度削減できると試算をしている。

### ③ 人財育成

繊細さが求められるゴルフ場の芝刈り作業において、ベテランキーパーの作業データを活用することで、新人キーパーの育成をアシストできる。

## 3. 課題

実用化に向けた安全性能の強化が課題となっている。5Gの画像処理技術を活用した衝突回避機能や、回転灯・サイレン等の開発を予定している。

コンクリートのひび割れ画像解析技術 t. WAVE® (ティ・ドット・ウェーブ)

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

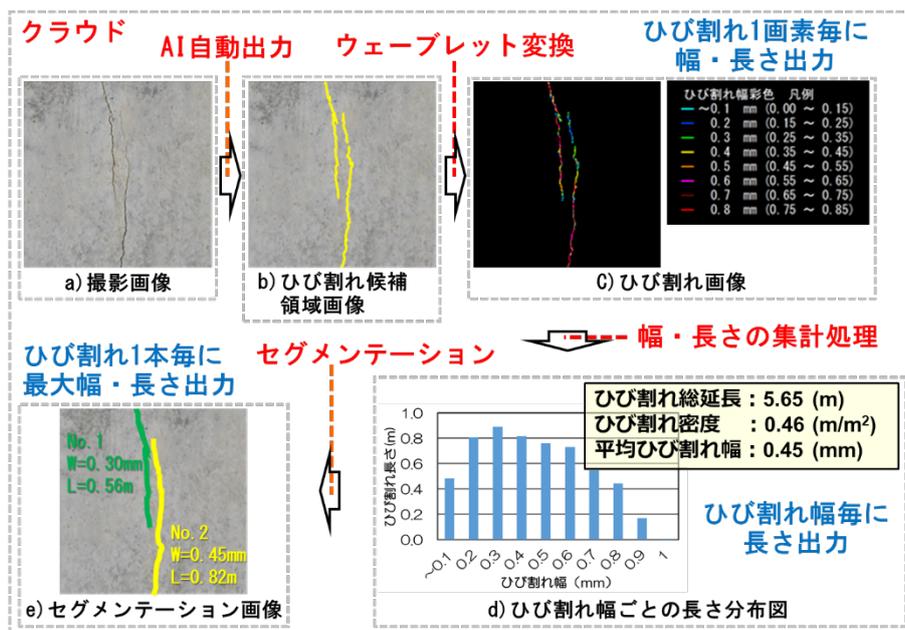
コンクリートのひび割れを AI で自動検出し、幅・長さを定量評価

1. 事例概要

本技術は、①AI により撮影画像からひび割れを自動検出してひび割れ候補領域画像を出力する工程、②ウェーブレット変換によりひび割れ幅ごとに色分けしたひび割れ画像を出力する工程、③ひび割れの幅ごとの長さを集計処理する工程、および④ひび割れ 1 本毎の長さおよび最大幅を表すセグメンテーション画像を出力する工程で構成されています。また、これらの処理はクラウド上で一括して実施できます。

AI によるひび割れ自動検出技術

ドローンに搭載されたデジタルカメラや三脚に固定したデジタル一眼レフカメラで撮影した画像から、AI によりひび割れを自動的に検出することが可能です。デジタル画像上でのひび割れの検出に要する時間は、人が画像上でトレースする場合に比べて 1/15 に削減できます。また、撮影画像の画質や検出したい最小ひび割れ幅にもよりますが、ひび割れの検出率は 70~90%程度と高いです。



t. WAVE によるひび割れ画像処理フロー

## ウェーブレット変換によるひび割れ幅・長さの定量評価技術

ウェーブレット変換を日本で初めてひび割れ画像解析に適用しました。ウェーブレット変換は、画像内の線状の特徴量の評価に適した画像解析技術で、本技術ではひび割れの幅や長さを撮影画像の1画素ごとに算出できます。

### 2. 採用の効果

開発した技術を高架橋橋脚のひび割れ点検に適用し、AIによるひび割れの自動検出の精度とひび割れ点検の効率化について検証しました。

その結果、AIによるひび割れの検出率は80%程度と高く、ひび割れを的確に検出できることが確かめられました。

また、従来の近接目視によるひび割れ点検に対して、作業時間を大幅に削減できるだけでなく、仮設の足場なども不要となるため、この橋脚のひび割れ点検の事例では、点検費用を50%程度削減できることも確かめられました。

これまでに、橋梁や高架橋の橋脚や床版、トンネルの覆工、

の壁や床版、建築物の外壁など、60あまりのコンクリート構造物で、約83,000m<sup>2</sup>のひび割れの点検に活用されています。(2021年3月末現在)

### 3. 課題

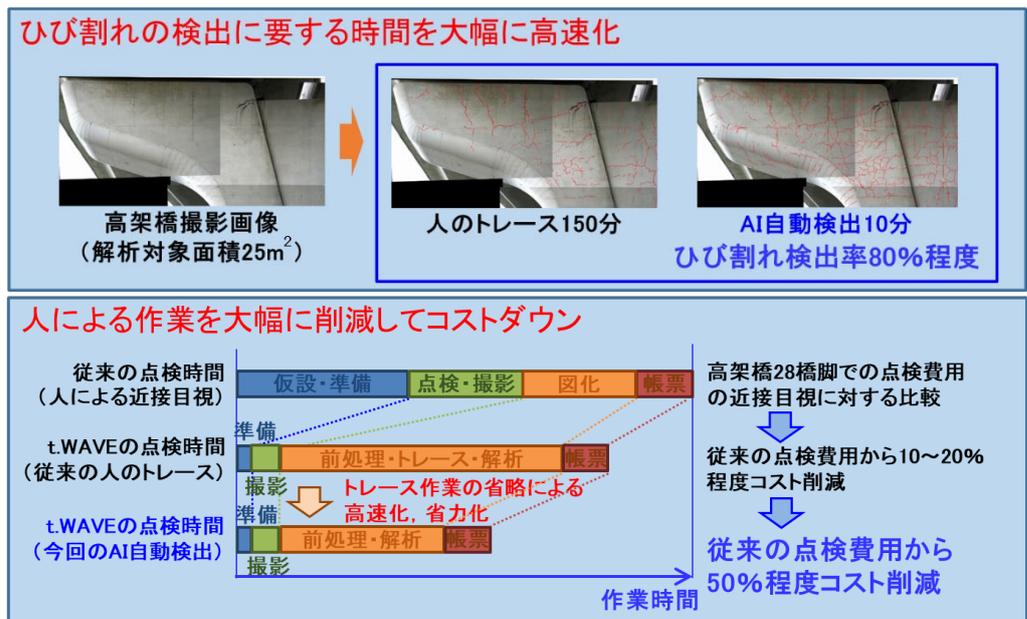
AIによるひび割れの自動検出では、幅の広いひび割れは概ね全て検出できます。一方、コンクリート構造物を適切に維持管理するために、どの程度の幅のひび割れについて、どの程度の検出率が必要であるかという点について、引続き検証を進めています。



ひび割れ撮影

ひび割れの3次元鳥瞰図

高架橋橋脚での試行状況



高架橋橋脚での試行結果 (効率化の確認)

## 傾斜監視クラウドシステム OKIPPA® 104

|          |            |           |           |            |
|----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量      | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律      | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場       | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（センシング） |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量         | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育）    | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上      | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 斜面動態監視およびインフラ点検業務の省力化

#### 1. 事例概要

建設現場及びインフラ点検業務において、目視による巡視点検業務は、広範囲に渡る場合が多く負担が大きい上に、植生繁茂や悪天候などの影響により変状の有無が不明確で、点検結果が定量的に判断しづらく、現場での適切な判断が困難であることが課題であった。「傾斜監視クラウドシステム OKIPPA104」は、センサ Box だけで監視が始められる極めて『手軽かつ簡単』な監視システムである。

本システムは、センサボックス内の各種センサで計測したデータを省電力広域無線通信 LPWA(Low Power Wide Area)の Sigfox 通信を用いてクラウドサーバへデータ伝送し、サーバ内で演算処理したデータを管理画面にて可視化させるシステムである（図－1）。切土・盛土斜面や補強土壁、地すべり地の動態観測に適用・計測を実施している。

#### 【機器・技術のスペック】

センサボックスは、10 cm×10 cm×4 cm、重量約 300g と小型軽量で、かつ屋外仕様（防塵防水仕様 IP67）であり、設置を簡単にできる（写真－1）。

計測項目は、計測傾斜角度（分解能：0.06°、精度：約 0.1°）、衝撃検知（無感～16G）、GPS（機器位置検索）、温度（Box 内部）である。データ伝送は省電力広域無線通信 LPWA の Sigfox 通信を用いているため、内蔵のリチウムイオン電池で約 2 年間（1 時間/回通信時。標準温度（平均気温約 20℃）での使用時）稼働が可能である。



図－1 本システムの概要図



写真－1 センサボックス設置状況

OKIPPA は、国土交通省が推進する i-Construction の活動における「現場ニーズと技術シーズのマッチング」の取り組みにおいて、2018 年度に九州地方整備局管内 1 件、2019 年度に中部地方整備局管内 2 件で選定され、実際の現地で試行導入を実施した。そのほか、下図のように応急復旧中の変状法面監視や切土施工中の法面監視など、多数案件に適用されている。



図-2 法面への OKIPPA 設置例

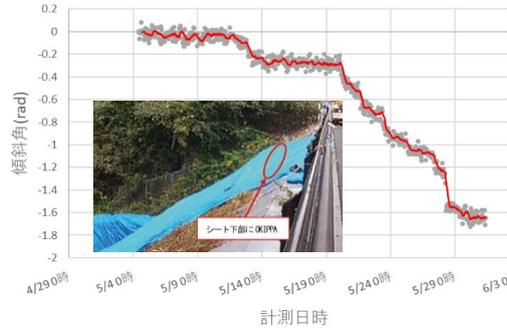


図-3 道路法面の傾斜角計測事例

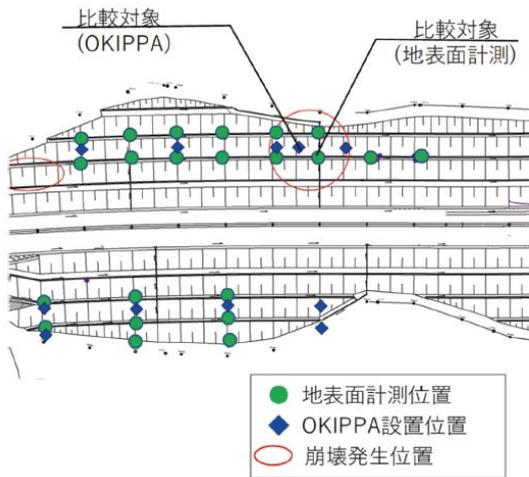


図-4 動態観測位置図

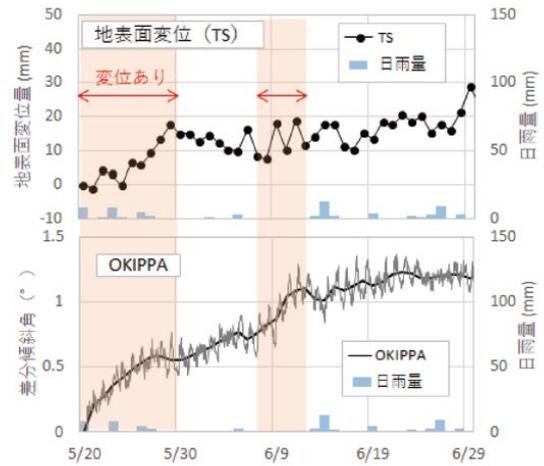


図-5 動態観測の対比図(上:地表面変位, 下:OKIPPA)

## 2. 採用の効果

本システムは、従来の詳細な計測システムと比較し、「手軽かつ簡単」な監視システムであり、インフラ施設の不安な箇所（例：地質が悪く対策工を施した箇所や地滑りが懸念される箇所など）手軽簡単に設置し、『バラまく』ことで変状箇所を見つけ出し、従来の詳細な計測システム（地中変位計や挿入式傾斜計）を導入すべき場所を見つけ出すシステムである。本システムの主な効果は、「点検業務の省力化」、「目視点検後の対策判断の明確化」、「手軽かつ簡単に斜面監視の開始」などが挙げられる。

## 3. 課題と今後の展望

今後、本システムを活用することで、施工現場における省力化を図るだけでなく、供用中インフラ施設の監視ソリューションを追加していく。また計測実績を蓄積し、地盤や気象などの関連データと AI を掛け合わせ、有機的なインフラ点検（施工中から供用後）の可能性を追求していく。

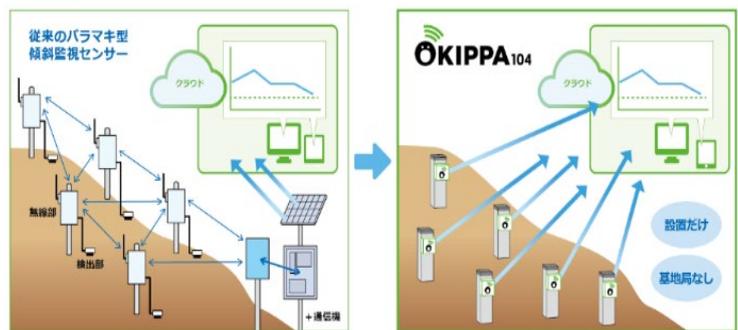


図-6 本システムの設備概念図

## VR による安全教育訓練

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 1 ヶ月先の現場を体験し安全意識を向上

## 1. 事例概要

安全教育訓練において、これから設置予定の足場を配置した VR モデルを作成して使用することで安全意識の向上を図った。現場で点群測量を実施し、詳細に作り込んだ 3D モデルと合成してこの現場だけのオリジナルモデルを作成した。

## 【機器・技術のスペック】

3D 点群測量機器 : FARO Focus-3D X-330 (3D スキャナー)  
 点群処理ソフト : FARO SCENE、福井コンピュータ TREND-POINT、Autodesk Recap  
 CIM モデル作成ソフト : Autodesk Civil3D, Navisworks  
 VR モデル作成ソフト : 創心アーキプラン Fuzor  
 VR ヘッドマウントセット : HTC VIVEPRO  
 VR 映像出力ノート PC : CPU intel i7 メモリ 64GB GPU NVIDIA GTX1080×2

## 2. 採用の効果

安全教育実施時点ではまだ足場が設置されておらず、作業のイメージができていない中で詳細な VR モデルを使用することで安全意識の向上とこれから行う作業手順の確認ができる。また事前に現場を体験することで新たな気付きや手戻り作業の防止にも繋がる。

### 3. 課題

現場だけでVRシステムを運用するのは設備面でも技術面でも難しく、モデル作成にも時間を要するため入念な準備と計画が必要となる。今後この技術を広く利用するためには現場への設備の導入や、社員教育、モデル作成の簡素化が課題となってくる。



VRモデル（点群データ+3Dモデル）



VRによる安全教育訓練実施状況



HTC VIVEPRO

災害事例の有効活用

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

建設工事の危険予知活動に AI を導入！

1. 過去の膨大な災害事例を解析し、類似作業の災害事例を見える化

鹿島が保有する約 5,000 件の災害事例と、厚生労働省が運営する「職場のあんぜんサイト」に掲載されている約 64,000 件の災害事例を AI によって解析し、類似作業の災害事例を見える化するシステム「鹿島セーフナビ (K-SAFE)」を開発した。

【システムの特長と機能】



システムイメージ図

#### <システムの特長>

- ・災害事例は、鹿島が保有する約 5,000 件に加え、厚生労働省の運営サイトに蓄積された約 64,000 件のデータを取り込み、AI の「自然言語処理技術」を用いて解析することで、災害原因を特定
- ・特定した災害原因をクラスタリング（分類）や代表的キーワードでラベリング（タイトル付け）
- ・システム上で文章入力した作業内容を災害事例データと照合し、類似作業の災害傾向をグラフ表示
- ・グラフ表示は災害の原因や状況別などに切り替えができ、それぞれの災害件数を一目で把握可能

#### <システムの機能>

- ・解析対象は、鹿島と厚生労働省の一方、または両方の災害事例を選択
- ・作業内容の入力は単語（キーワード）入力に加え、文章での入力も可能
- ・類似作業の災害事例を、災害の原因や状況別、時系列（年ごと）でグラフ表示
- ・災害事例を直近 10 年、直近 5 年で絞り込み可能
- ・災害事例の詳細が一覧表示され、CSV 出力が可能
- ・グラフラベルやグラフの一部をクリックすると、それに含まれる災害事例を一覧表示
- ・グラフは災害ランク（死亡災害や休業 4 日以上など）ごとに色別で表示

## 2. 採用の効果

建設現場では作業前に必ず、作業担当者の経験・知識・感覚を基に、起こり得る災害を予測し対策を立案する「危険予知活動」を行うため、作業担当者が該当作業に関連する過去の災害事例を数多く参照できれば、危険予知の精度向上につながることを期待されるが、膨大な事例の中から該当事例を自ら選定することは多くの手間と時間が掛かっていた。また、災害事例に記載された作業内容、災害原因、災害状況は「自然言語（自由に記述された文章）」のため、どのような作業においてどのような原因で災害が起こったのかという「災害傾向」の把握には、災害事例をすべて読み解く必要があり、日々の危険予知活動における災害事例データの効果的な活用の障害となっていた。

本システムを活用することで、現場の安全担当者に対して各種作業の災害事例を多面的に提示できるようになり、危険予知活動以外にも日常の安全点検時の指導や作業員の安全教育、作業手順検討会での安全注意事項など安全管理においてリアルタイムに適切で的確な判断をすることができるようになった。

## 3. 課題

随時追加される災害事例原因ラベルを AI により付与しているが、その精度の向上が課題である。

災害事例の対象範囲を広げることで、さらに傾向分析の精度向上につながると思われるため、日建連や国交省の災害事例データの取込みを検討している。

## Web を用いた安全パトロール

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） | 安全管理      |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 多くの現場パトロールが実施可能

## 1. Web を用いた安全パトロールの実施

当社では2回／月のペースで、安全管理室と土木事業本部が合同で安全パトロールを実施している。現場に臨場しパトロールを実施する場合、移動時間など考慮し2～3現場／日が限度である。ここで、パトロール2回の内の1回をWeb形式で実施した結果、1日5現場以上の実施が可能となった。双方のスケジュール管理が管理しやすくなった。参加者の上限規定がなくなった。

## 【機器・技術のスペック】

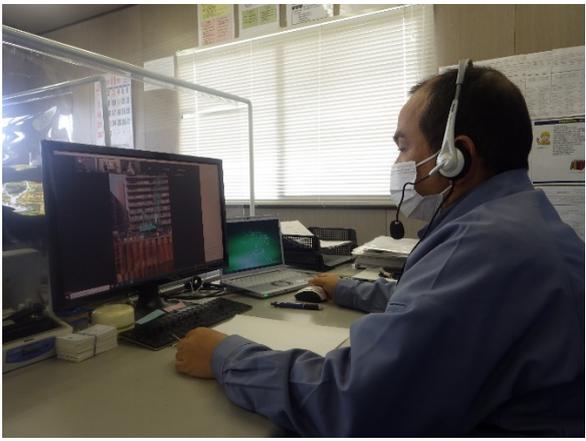
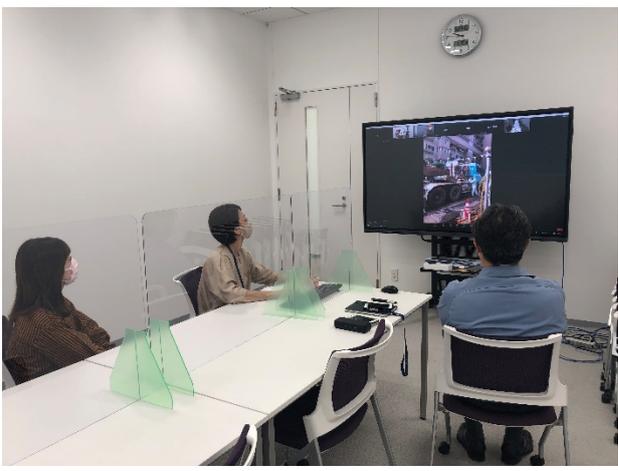
- ・使用アプリ Zoom
- ・使用機器 モニター（視聴者側）、i-phone（現場または視聴者側）、バッテリー、マイク式イヤホン、カメラ固定具（共に現場）

## 2. 採用の効果

- ・1日当たりのパトロール対象現場数が2～3現場から5現場以上へと上昇した。
- ・パトロール員（点検者）の移動時間がなく効率的に計画し、実施できる。
- ・現場サイドも従来の方式では、移動時の渋滞によりスケジュール管理が困難で、待機が発生したが、webの場合では、ほぼ計画通りに進むため、他の予定が組みやすく生産性の向上が得られている。
- ・スマートフォンと、電波のある環境下であれば、誰でも参加できるので類似工事の関係者も視聴することが可能となり、安全管理手法の情報の共有化を図れる（当然指摘事項も）。また、Zoomの録画機能を利用する事で記録管理ができ、参加または視聴不可能であった社員に対し、別途情報の共有化を図れる。

### 3. 課題

- ・実際に臨場してのパトロールは、点検者が自由に見廻すことが可能であるが、Webの場合はカメラマンの視線（撮影）によるところが大きく、撮影されなかった部分の危険を察知できない。
- ・夜間現場等、照度が低い場合は映像が分かりにくく不向きである。
- ・動画を用いた若手社員教育への活用。
- ・パトロールでの指摘事項を関係者に対し“見える化”での指導、情報の共有。

|   |  |
|---|--|
| <p>パトロール対象現場<br/>(スマートフォンにて撮影)</p>  | <p>点検者<br/>(工事現場事務所より参加)</p>   |
|   |   |
| <p>点検者<br/>(店社より参加)</p>   | <p>点検者<br/>(店社より参加)</p>  |
|  |  |

# 株式会社熊谷組

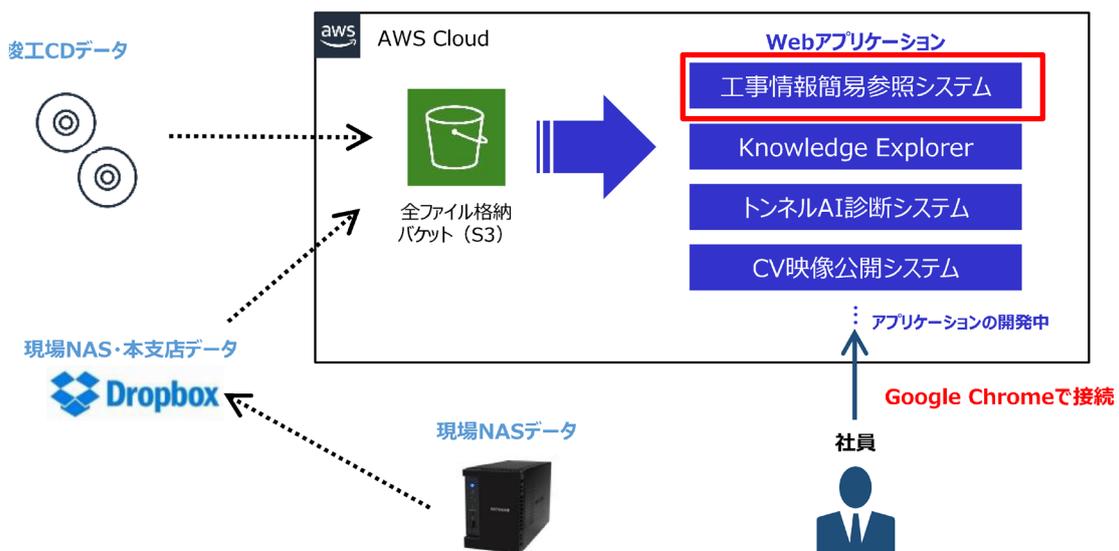
## 工事情報参照システム（技術の継承）

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## データ保存をクラウドに変更、リアルタイムの情報共有

### 1. 事例概要

現場で作成・運用されるデータを、クラウドサービスを利用することで様々な部署・人が円滑に共有する。また、過去の類似工事の情報を参照することができる。



クラウドを利用したアプリケーションの全体イメージ

## 概要

竣工CD、各現場のNAS・Dropboxのデータをクラウドに収集・蓄積し、データベースを構築します。蓄積されたデータを工事情報簡易参照システムを用いて過去の工事や稼働中の類似工事のデータを検索、参照するシステムです。

工事情報簡易参照システム データ管理書 ログアウト

竣工CD

作業所NAS・Dropbox

## 竣工CD

検索結果の内容は社内ポータル『工事実績検索システム』と同様のデータになります。検索条件を支店、完成期、工種・工事区分と簡易な条件を入力して検索します。

工事情報簡易参照システム データ管理書 ログアウト

竣工CD  
支店: 首都圏支店  竣工 完成期: 70 工種・工事区分: トンネル工事 検索 20行表示

キーワードで絞り込み...

| 工事番号    | 工事名                           | 完成期 | 工種・工事区分 |
|---------|-------------------------------|-----|---------|
| W118347 | 西系列管線専水施設名簿専水工事（第1工区）その2（第2期） | 70  | トンネル工事  |
| W017960 | 西系列管線専水施設名簿専水工事（第1工区）その2①     | 70  | トンネル工事  |
| W017440 | 豊見城トンネル（その1）工事                | 70  | トンネル工事  |
| W013477 | 松谷第1トンネル建設工事 分割1号①②③          | 70  | トンネル工事  |

表示 1 ~ 4 全 4 件 首都圏支店、70期、トンネル工事の検索結果を表示

## 現場NAS

各現場のNAS・Dropboxに保存されているデータを参照することができます。各現場のNAS・Dropboxとクラウドを同期していることから、**参照可能なデータはリアルタイムで更新**されます。これまで竣工後は竣工書類保管要領で定められたデータのみを保管していましたが、今後はクラウドと同期していますのでNAS・Dropboxに保存されている**全てのデータを自動的に保管**し活用していきます。

工事情報簡易参照システム データ管理書

現場NAS  
W203425: 大切畑地区原野農地等災害復旧事業第1号工事 / 01工事データ / W203425: 大切畑ダム

| 名前                                      | 最終更新日時 | リサイズ |
|---|--------|------|
| <input type="checkbox"/> 100.事務/        |        |      |
| <input type="checkbox"/> 101.建設キャリアアップ/ |        |      |
| <input type="checkbox"/> 102.安全関係/      |        |      |
| <input type="checkbox"/> 104.関係書類*/     |        |      |

ダム現場のNAS情報を表示

## 工事情報簡易参照システム

### 2. 採用の効果

今まで、現場単位、支店単位で閉じていたデータ、もしくはメール等でやり取りしていたデータが、クラウドサービスを利用することで、リアルタイムの情報共有が図れることで、データのやり取りする業務をなくすることができる。また、データ共有する環境を整える結果、業務の効率化に向けた組織の活性化につながっている。

### 3. 課題

現場での共有サーバをクラウドにすることで円滑な共有が可能であるが、現在は通信環境等のネットワーク関係上ローカルのサーバ（NAS）を使用していることから、全現場適用ができていない。

Knowledge Explorer (ナレッジ エクスプローラー)

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

AI 文字検索で、見えないものまで見える化

1. 事例概要

クラウドサービスを利用した文書管理アプリケーションである。作成中・参照中の文章をAIで自動解析し、登録されている文書ファイルのすべてのテキスト文字をAIで自動解析して検索し、文書作成の効率化を図る。

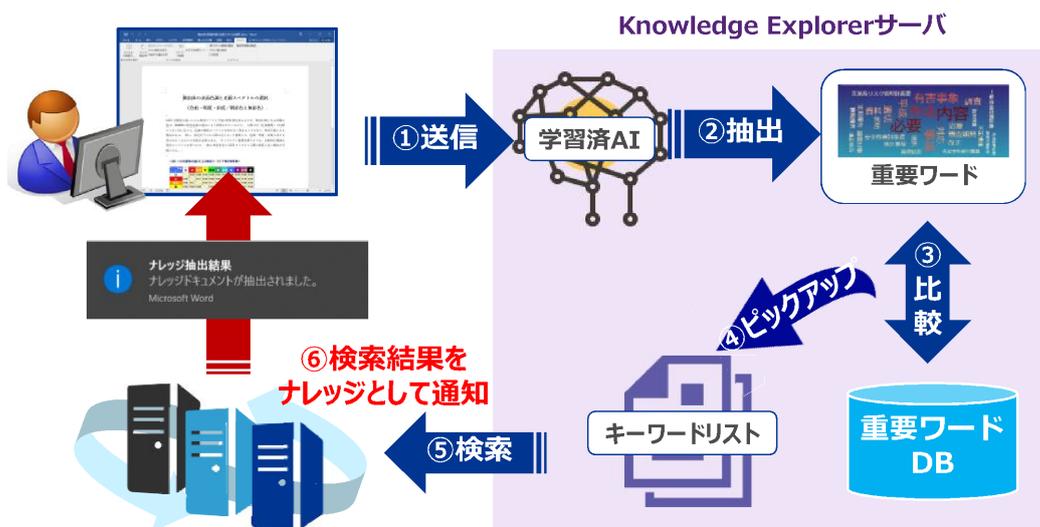


図 システム概要

## 2. 採用の効果

入力中の文字テキストに対し、検索指示（**図中①**）するとAIが自動で社内に蓄積されたデジタル文章の中から関連資料を抽出（**図中②**）して、ピックアップ（**図中④**）することにより資料を探す手間を大幅に削減できる。

## 3. 課題

デジタル文書については、AIが全文検索を行うが写真や図面については、検索対象とならないことから今後、検索対象となるようシステムを改良がする予定である。

## VR 体験型安全衛生教育

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

### 疑似体験を現場の気づきに

#### 1. 事例概要

VR 体験型安全衛生教育は、VR 技術を活用することで、実際に体験することができない災害事故を疑似体験できる。体験する災害事故は、建設業における三大災害、「墜落・転落災害」、「重機・クレーン等災害」、「崩壊・倒壊災害」である。本教育は、実際の現場での作業を VR 空間で行う。体験者は、気づき忘れによるミス、横着行動をとることにより災害事故を体験する。

本教育は、現場からの依頼を受け実施する。1 日あたり 20 人～30 人の教育が可能である。体験時間は 15 分～20 分である。



写真-1 VR 体験型安全衛生教育 実施状況

### 【機器・技術のスペック】

① MSI VR One 7RE (バックパック PC)

CPU : intel® Core™ i7 Processor i7-7820HK、VGA : NVIDIA® GeForce® GTX™1070 8GB GDDR5、  
メモリ : 32GB - DDR4-2400 SO-DIMM、OS : Microsoft Windows10 Pro 64bit

② HTC VIVE (VR 機器)

URL : <https://www.vive.com/jp/product/vive-cosmos-elite/overview/>

### 2. 採用の効果

- ・ 実際に体験することができない災害事故を、疑似体験できるようになった。
- ・ 災害事故を疑似体験することで、紙ベース・映像ベースの座学より体験者の印象に強く残った。  
(アンケート結果より)

### 3. 課題

- ・ VR 機器・ソフトウェアの設定が煩雑であり、教育を実施する側が、VR 機器・ソフトウェアの使用方法を覚えることが難しい。
- ・ 2人以上同時に体験することができない。
- ・ 体験に1人当たり15分～20分の時間が必要となり、現場のパーティ単位で教育を実施すると、体験を待つ受講者に対して45分～60分の待ち時間が発生する。

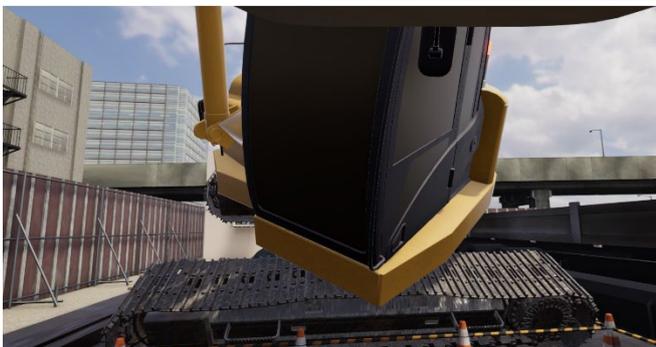
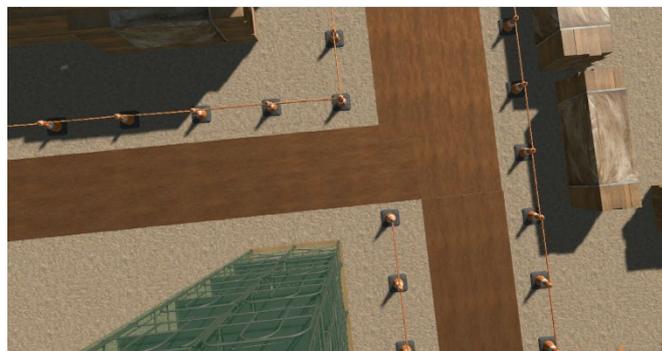


写真-2 「墜落・転落災害」、「重機・クレーン等災害」、「崩壊・倒壊災害」

## 飛島建設株式会社

### 建設現場共創プラットフォーム「e-Stand」

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 建設現場の労働環境改善 ～働き方改革を推進～

### 1. 事例概要

「e-Stand」は、建設現場の生産性向上と利便性向上につながる各種サービスを提供するプラットフォームとして「顔認証システムを活用して入退場登録を行う「現場管理サービス」、端末に表示されるQRコードを読み取るだけで注文、受取、決済をすることが可能な「EC（Electronic Commerce・電子商取引）サービス」、建設現場における社会課題の一つである様々な言語や文化の外国人も対応可能な「安全教育サービス」等の建設業界の事業者が活用できる様々なサービスが搭載されている。

### 【機器・技術のスペック】

使用機器：タブレットタイプ＋追加モニター＋スマートフォン

参照元：<https://www.tobishima.co.jp/sss/products/estand/>

連絡先：飛島建設株式会社 企画本部 新事業統括部 科部 TEL：03-6455-8315





## 2. 採用の効果

### ①現場管理サービス

「グリーンサイト」の通門デバイスとして利用することで、作業スタッフの入退場管理ができる。タブレットで顔認証することで、建設キャリアアップシステムの端末として利用可能。

### ②EC サービス

e-Standでは専用のECサイトと連携しており、タッチパネルから商品を選び、端末に表示されるQRコードをスマートフォンで読み取るだけで、注文、購入することが可能となる。e-StandのEC機能は、各キャリア決済に対応しており、自身のスマートフォンでの購入となるため、現場内での現金管理の必要がないので、セキュリティ面でも安全に運用可能。

### ③安全教育サービス

安全啓発ポスターや新規入場教育、安全ビデオなど、これまで現場ごとに用意されていた現場管理ツールをデジタルデータとして配信することで、ツール作成にかかっていたコストを抑えると共に、多言語化にも対応している。さらに、専用クラウドサーバ内で一括管理することで、各現場への情報共有も遠隔から管理することができる。

## 3. 課題

建設現場へ設置する機器や備品の多くは、リース会社よりレンタルし設置するケースが多いため、販売網を持つリース会社と協業することで展開を行う。また、WEBカメラと連携可能で、モニターやタブレットで映像を確認できる。将来的にはスピーカー、バイタルチェックなど、さまざまな機器やソフトとの連携を予定している。加えて、各サービスのスマートフォンアプリ化を進めており、過去にない建設現場支援サービスとして、建設現場における働き方改革の推進、生産性向上、そして作業スタッフの利便性向上に向けてサービス機能を充実、進化させていく。また、建設現場に限らず、病院サービス、学校サービス、ホテルサービス、イベント会場サービスなどへと拡張し、また宅配ロッカーを組み合わせることで、あらゆる場所でのサービスの展開を想定している。

## 顔認証サーマルシステム

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## マスクヘルメット着用でも瞬時に顔認証 就業履歴・体表温記録を保存

## 1. 事例概要

- ・サーマルカメラによる体表温測定と顔認証システムを統合した、入退場・体表温管理システム。
- ・現場作業員の入場時刻・退場時刻記録と入場時の体表温測定記録を管理。
- ・サーマルカメラ搭載型 顔認証システム 「FACEma (フェイスマ)」(株式会社キッズウェイ との共同開発)に対応し、株式会社MCデータプラスの「グリーンサイト」や に就業履歴として建設キャリアアップシステム (以下、CCUS) に連携することが可能  
<https://www.kids-way.ne.jp/iot/face.html>
- ・ウォークスルーを実現した 据置型、簡単に利用可能な スマホ型をラインナップ
- ・現場の規模や用途、進捗にあわせて使い分けが可能

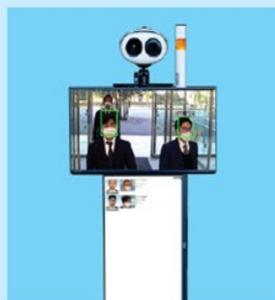
## 【機器・技術のスペック】

建設現場の入退場管理に本技術を活用中。現場に出入りする職員及び作業員の写真等を予め登録し毎日の入退場管理、健康管理に使用。



## ウォークスルータイプ

### スタンダードタイプ



### 顔認証タイプ



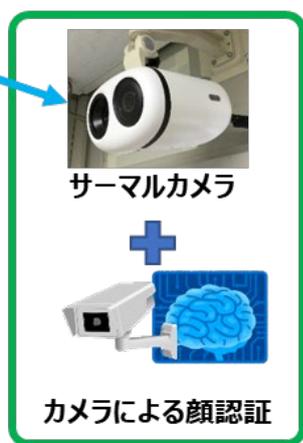
### 体表温測定タイプ



### スマホタイプ



計測イメージ



外部連携

| 所属 | 氏名     | 到着 | 退場    | 到着    | 退場    | 到着    | 退場 | 到着    | 退場    |
|----|--------|----|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|
| コア | シラウチノム | -  | 07:38 | 07:29 | -     | 07:40 | -  | -     | -     |
| コア |        | -  | 06:47 | 06:47 | -     | 06:47 | -  | 06:47 | 06:47 |
| コア | 山崎健太郎  | -  | 07:40 | 07:41 | -     | 07:37 | -  | -     | -     |
| コア |        | -  | 06:47 | 06:47 | -     | 06:47 | -  | 06:47 | 06:47 |
| コア | 田嶋英也   | -  | 07:37 | 07:41 | 06:51 | 07:24 | -  | -     | -     |
| コア |        | -  | 06:47 | 06:47 | -     | 06:47 | -  | 06:47 | 06:47 |

ダッシュボード

## 2. 採用の効果

- ・非接触型測定による「職員・作業員の安全性確保」
- ・検査員や入退館管理に係る人件費の「コスト削減」
- ・顔認証による入退場記録で現場管理コスト低減

## 3. 課題

- ・入場者と体表温測定者の接触の危険性、人件費の発生
- ・作業員の入退場記録管理の労力

Web 現場見学会による ICT 新技術の社内講習事例

|          |          |            |           |            |
|----------|----------|------------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量    | UAV        | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律    | ICT 建機     | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場     | 情報共有システム   | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他 ( )  |            |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量       | 設計         | 施工        | 維持管理       |
|          | その他 (教育) | その他 (事務業務) |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上    | 品質向上       | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

遠隔現場見学による技術の水平展開の効率化

1. 事例概要

茨城県内での高速道路の建設工事において、新たな ICT 活用として新技術の深層混合処理工法の自動化施工 (図-1) を初めて実施した。そこで、社内で新技術の水平展開を図る事となった。新技術の理解を深めるには臨場しての講習がもっとも効果が高いと考えられる。しかし、コロナ禍であり、全国的に社員を臨場させるのは困難な状況にあることと、働き方改革による生産性向上のため、遠隔臨場による web 現場見学・講習会を実施した。

地盤改良機とスラリープラントは無線で通信

スラリープラント

プラントモニター    リモートユニット

**地盤改良施工機**

オペレーションモニター

コントロールユニット

通信アンテナ

**自動化項目一覧**

| 打設制御   |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| 1      | 電動オーガーマーターの回転制御 (正転/逆転)・(高速/低速)切替 |
| 2      | 攪拌軸の貫入/引抜/速度制御                    |
| 3      | 改良杭の先端処理                          |
| プラント制御 |                                   |
| 4      | ポンプの流量調整                          |
| 5      | プラントの状態監視                         |
| 安全制御   |                                   |
| 6      | 主巻ワイヤーの緩み防止                       |
| 7      | リーダー/本体の傾斜監視                      |
| 8      | ステーストローク長の差分監視                    |

図-1 深層混合処理工法の自動化施工システム (GeoPilot-AutoPile)

【web 現場見学の方法】

- ・ウェアラブルカメラを使った遠隔臨場
- ・web 会議ツールを利用した見学・講習会

### 【機器・技術のスペック】

① ウェアラブルカメラ

safie Pocket2 (リアルタイム双方向通話機能付き) を使用。

② web 会議ツール

Zoom (録画機能付きプラン) を使用。



図-2 safie Pocket2(カメラと画面例)

## 2. 採用の効果

safie による双方向通話による現場ライブ映像とすることで、録画映像と違い、参加者の疑問点に対して見たい部分をピンポイントで解説することができた。Zoom による web 会議形式とすることで、全国から 50 名程度の参加者が遠隔臨場できた。また、状況を録画することで、今後の講習に活用できる。



図-3 safie による現場ライブ中継 (現場全景)

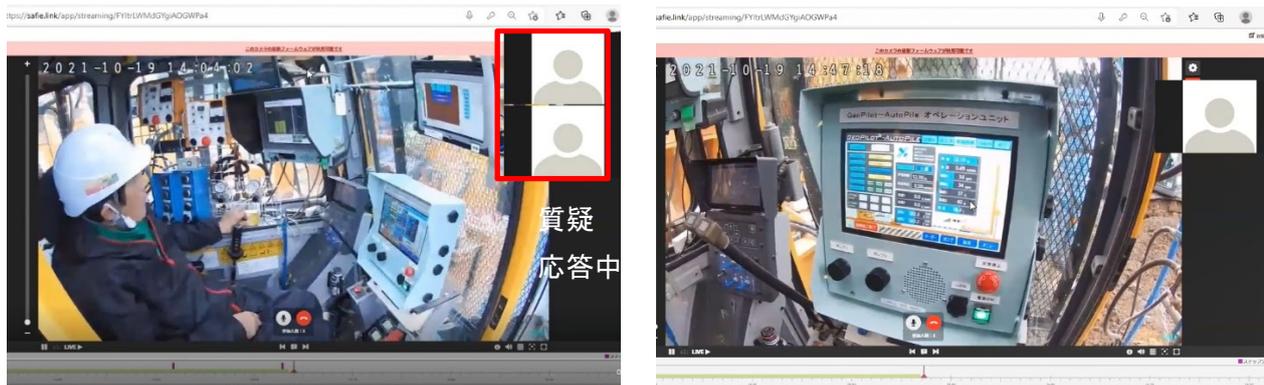


図-4 自動運転状況のライブ中継 (左：運転席 右：オペレーションモニター)

## 3. 課題

- ・現場での通信環境の向上
- ・社内 web 講習の CPD 取得のためのシステムの確立

## デジタルサイネージの活用

|          |         |           |           |            |
|----------|---------|-----------|-----------|------------|
| 取り組み事例分類 | 3D 測量   | UAV       | BIM/CIM   | VR・AR・MR   |
|          | 自動・自律   | ICT 建機    | ロボット      | GNSS       |
|          | 遠隔臨場    | 情報共有システム  | 書類・掲示の電子化 | AI         |
|          | その他（ ）  |           |           |            |
| 適用施工プロセス | 測量      | 設計        | 施工        | 維持管理       |
|          | その他（教育） | その他（事務業務） |           |            |
| 採用効果     | 生産性向上   | 品質向上      | 安全性向上     | カーボンニュートラル |

## 情報伝達の高度化・効率化

## 1. 事例概要

安全情報の共有と生産性向上(紙書類削減)を目的として、全国の現場作業所への「デジタルサイネージ」の導入を推進している。

デジタルサイネージの導入により、全社共通の安全等の情報に加え、作業所独自に発信する情報コンテンツを迅速に作成・表示することも可能となり、工事の進捗状況や資機材の搬出入情報、安全情報など迅速な情報共有が可能となるとともに、多種多様な情報を職員が伝達・更新する手間を軽減できる。また、朝礼時や見学会の際には、ミラーリング機能を利用することによって、従来の口頭中心の説明に視覚情報が加わり、より具体的な作業指示や現場の紹介が可能となる。

上記を背景に、野外昼間でも十分な視認性を確保でき、任意の画像・動画・web ページなどを自由なレイアウトでコンテンツを作成することができる利便性の高いシステムとして、「Field board（株式会社セイビ堂）を採用し、現場の情報伝達の高度化・効率化を図った。

・参照 HP：[Field Board | 建設現場の朝礼を ICT 化](#)



写真-1 デジタルサイネージの活用状況



図-1 コンテンツ配信のイメージ図

## 2. 採用の効果

- ・ 情報共有の迅速化・効率化
- ・ コンテンツ活用による資料作成の手間軽減および紙資料の削減
- ・ 伝達漏れの防止やリマインダーとしても寄与

## 3. 課題

デジタルサイネージを効果的に活用するためには、操作方法等のマニュアル類の整備やコンテンツ集の整備・拡充が必要。