

自律飛行ドローンを利用した坑内無人巡回システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

自律飛行ドローンにより定期巡回点検を省力化

1. 事例概要

山岳トンネルの坑内は暗所かつ、機械設備が多く配置され、重機も多く稼働している。現場稼働時の巡視可能時間も限られ、休日の巡回も必要であるため、効果的な点検技術が求められている。非 SLAM 型 (※1) 屋内自律飛行システムを使用したドローンにより点検することで、特徴点の少ない山岳トンネル坑内でも安定した飛行を実現した。本システムは、遠隔操作で充電ポートから離陸し、飛行指示情報が入ったマーカーをドローンに搭載されたカメラが読み取ることで、自律飛行を可能としている。今回の坑内無人巡回では、充電ポートを始点と終点の 2 か所に設置し、事務所等から PC 操作で離陸させ、全長約 970m を自動巡回させた。ドローンが撮影した映像は遠隔地の PC 上で確認できるため、事務所等から坑内の点検が可能になり、省力化を実現した。

本技術は大野油坂道路大谷トンネル箱ヶ瀬工区工事 (発注者：国土交通省近畿地方整備局) にて適用している。

(※1) 非 GNSS 環境下でドローンの自己位置を推定する方法として SLAM 型 (特徴点を認識することで自己位置を推定する) と非 SLAM 型がある。山岳トンネル坑内のような特徴点の少ない場所では、SLAM 型は精度を確保することが難しく、かつ機体サイズが大きくなってしまふことから非 SLAM 型ドローンを採用した。

機体本体 (FlareDynamics 社製)
 サイズ: 27×28×9cm (プロペラガード込)
 最大飛行時間: 13 分
 最大飛行距離: 1km (水平飛行時)
 離陸重量: 630g
 自動充電機能: あり
 GPS: なし

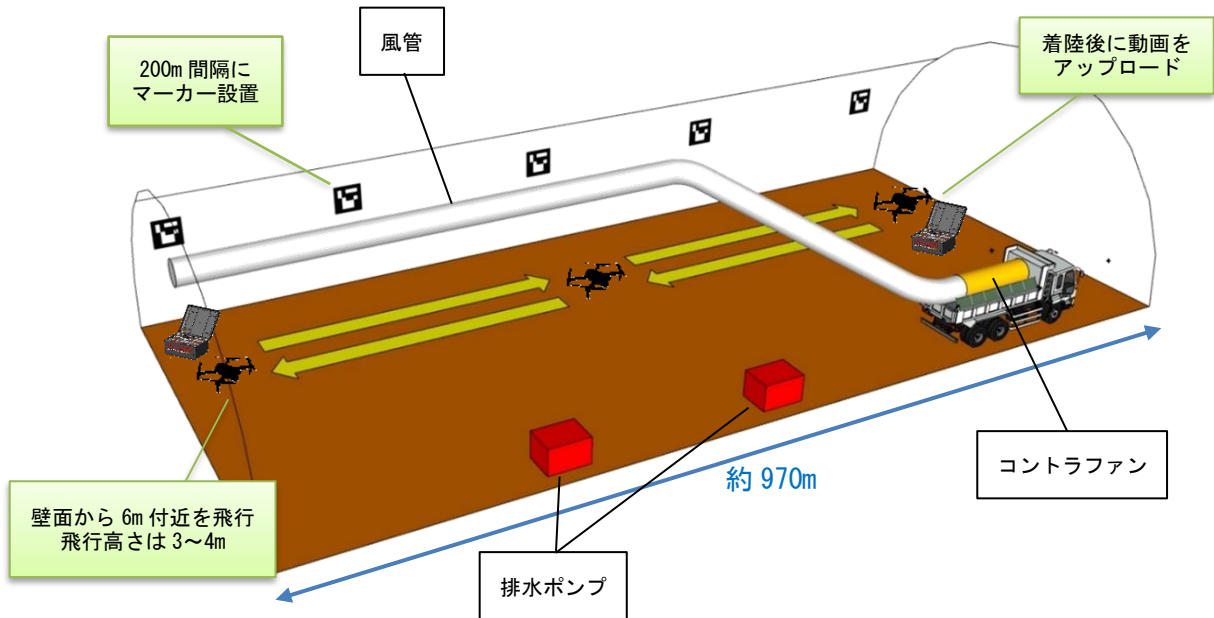


使用したドローン

MFA コントローラー
 自律飛行用ボードコンピュータ
 距離センサ (前方、下方)
 障害物検知センサ (両側面)
 坑内撮影用カメラ (Full HD) 搭載



充電ポート



コントラファン停止 (ドローンカメラ映像)



始点側

【機器・技術のスペック】

項目	名称	メーカー
ドローン	DISCRETE-I COMPANION	Flare Dynamics
自律飛行システム	MarkFlexAir	Spiral
充電ポート	Coverage.GO	Flare Dynamics

2. 採用の効果

生産性向上

従来の機械設備の定期巡回点検は、坑内に現場職員が立ち入り、暗い中で点検箇所を目視確認していたが、事務所等から現場までの移動や、坑内での歩行による点検など多くの時間を要していた。本システムを利用することで、遠隔地から現場の点検が可能のため、省力化を実現した。

3. 課題

通信環境の確立

本システム導入初期は、坑内 wi-fi が非常に弱く、自律飛行が困難であった。広域メッシュ wi-fi を導入した後は、通信環境が格段に改善された。本システムは通信環境に大きく依存するため、坑内の wi-fi 環境を整備することで、自律飛行の安定性も向上する。

参考サイト：[山岳トンネル坑内で自律飛行ドローンによる点検を実施](#)

参考サイト：[\(仮称\) 大谷トンネル UAV 坑内巡回](#)

360° カメラを使用した遠隔臨場システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

360° 映像により、臨場感のある遠隔臨場を実現

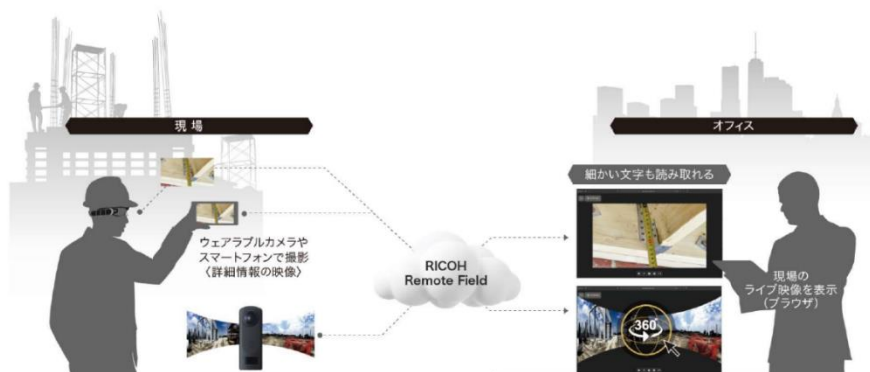
1. 事例概要

従来の遠隔臨場システムでは、発注者等遠隔側の画角が限定されてしまい、全体を俯瞰的に確認できなかった。360° 映像双方向型ライブ配信システム「RICOH Remote Field」は、360° カメラ「RICOH THETA Z1 51GB」で360° 映像を撮影し、遠隔側ではブラウザ上でリアルタイムに見たい画角を選択でき、画面の拡大・縮小も可能である。また、ウェアラブルカメラ（例：ザクティ「CX-WE110」）も併用することで、従来同様、現場側から画角を選択できる。遠隔側は、共有リンクをクリックするだけ参加が可能で、アプリケーション等のインストールは不要である。

本技術は北海道新幹線、豊野トンネル外1箇所他工事（発注者：(独) 鉄道建設・運輸施設設備支援機構）にて適用している。

【機器・技術のスペック】

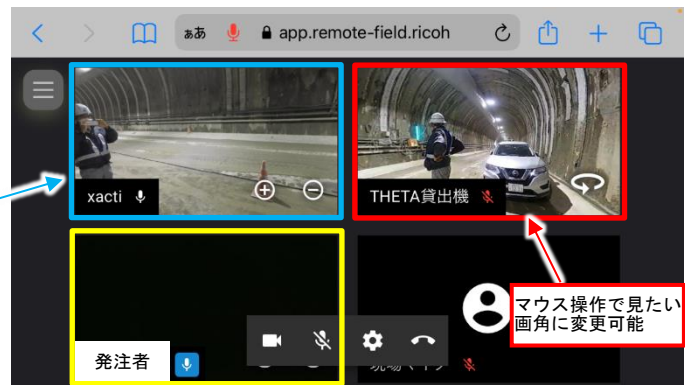
項目	名称	メーカー
360° カメラ	RICOH THETA Z1 51GB	RICOH
ウェアラブルカメラ	CX-WE110	ザクティ
遠隔臨場システム	RICOH Remote Field	RICOH



RICOH Remote Field の概要図



機材設置状況



遠隔側画面

2. 採用の効果

【発注者】

① 遠隔側の画角改善

本システムは全体を俯瞰的に確認する場合、任意の箇所を確認する場合など、現場側の移動に頼らず、遠隔側の作業により確認を容易に行えるため、現場立会と遜色なく施工品質の確認ができる。

② 生産性向上

現場までの移動時間が不要となることに加え、遠隔臨場実施中には現場とのやり取りを繰り返すことなく周囲を見渡すことができるため、効率的な状況把握が可能となり、生産性の向上につながる。

【受注者】

① カメラの画角変更減少

従来の遠隔臨場では遠隔側から指示を受けて、現場側が移動したり画角を調整したりしていたが、360°カメラを併用によりそれらの作業が削減できる。

3. 課題

【受注者】

① 機材の準備・接続

現場側で360°カメラとウェアラブルカメラの2つのカメラの設置、接続作業が必要である。

③ 通信環境の整備

より多くの通信容量が発生するため、山間部やトンネル坑内など通信環境が脆弱な環境下では、画像の遅延や、音声が届かないなど障害が発生する可能性がある。通信環境の整備が必要である。

参考サイト：[360°映像の双方向型ライブ配信システム「RICOH Remote Field」](https://www.ricoh.com/ja/remote-field/)

バックホウ付きクラッシャー

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（遠隔操作）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

クラッシャーの能力を 100%発揮

1. 事例概要

山岳トンネル工事において、施工サイクルを効率化させるためにはずり出し時間を短縮することが重要である。連続ベルトコンベヤー方式にてずり出しを行う場合、コンベヤーの搬送能力は一定であり、クラッシャーの処理能力が時間短縮に関係している。クラッシャーはトンネル岩質によりずりの滞留や閉塞が発生する可能性があり、これによりずり出し時間が増大するという課題があった（写真 1、写真 2）。課題解決のため、クラッシャー上部にバックホウを取り付け、閉塞や滞留を解消することができる装置を開発した。本技術は近畿地方整備局発注の大野油坂道路川合トンネル長野地区工事にて導入した。



写真 1 正常なクラッシャー内部状況



写真 2 閉塞したクラッシャー内部状況

【機器・技術のスペック】

装置構成として、写真3の様にクラッシャー上部操作デッキに0.05 m³クラスのバックホウとその操作装置、動力として電気式の油圧パワーパックを備えている。操作装置はトンネル外周部に近接するため遠隔操作形式とし、クラッシャー上部操作デッキ上で操作できる構造とした。バックホウはクラッシャーの奥までかき寄せることができるようロングアーム仕様とした(図1)。



写真3 バックホウ付きクラッシャー

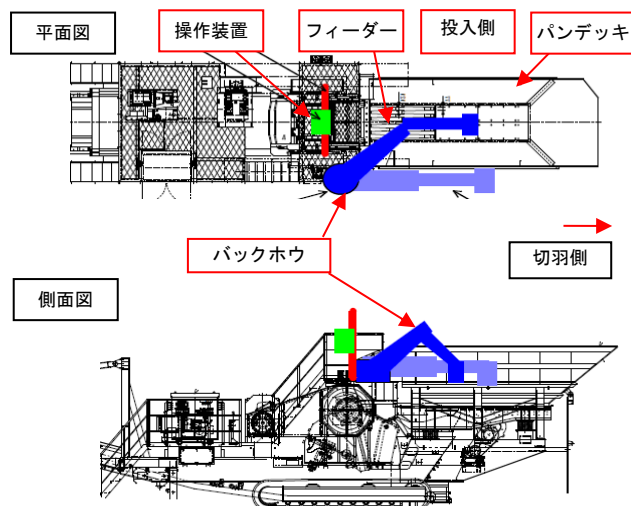


図1 バックホウ搭載型クラッシャー概要図

2. 採用の効果

クラッシャー内で閉塞・滞留した土砂をバックホウでかき寄せることで、クラッシャーの能力を100%に維持しながらずり出し作業を行うことができる。

本装置によりずり出し時間を通常より30～50%程度短縮でき、生産性が向上した。

3. 課題

クラッシャー上部の操作デッキにてバックホウの操作を行うため、クラッシャーからのずり跳ねなどの危険性がある。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

タグチ工業株式会社

TEL : 092-291-8394

点群データ活用によるマッピングツールの構成

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3Dでナッジ！気付きの体感でスキルアップ！！

1. 事例概要

構造物の耐震補強や修繕などの維持管理工事においては、事前計画が生産効率に大きく影響する。計画の内容として、施工箇所や工法の特定、施工数量およびコストの予測などが挙げられる。これらの情報を効率的かつ高精度に把握することが生産効率の鍵となり、施工時の工程管理や安全管理の高度化にもつながる。しかし、工事対象の構造物は、その周辺も含め運用が定着しており計測作業などの事前調査においては、道路占用や作業足場の確保が必要となり作業規制やコスト増大が課題となる。その対策として、3D スキャナ計測による点群データの活用が効果的である。点群計測は、地上部からの計測で広範囲かつ高精度の情報採取が可能であり、近年ではドローンや作業船の活用により適用範囲は拡大しつつある。これらの点群データを活用した、修復箇所や形状寸法のマッピングによる点検記録のデジタルカルテの適用が期待されている。一方、現場管理の点群データ活用に関する課題として、データ容量および解析スペックへの対応とともに、依然として“3Dは難しい。時間がかかる。”といったスキル習得やレガシーシステムからの脱却の停滞が支障となっている。今回はその対策として、専用ソフトによる活用体系の構成、現場活用における実用性確保の工夫、独自フォームによるデータ連携、地域業者との連携の取組みにより、マッピングツールとしての活用と現場実装について効果を検証した。

【機器・技術のスペック】

専用ソフトとして、3次元点群処理ソフト TREND-POINT (KK-150058-VE)®、CIM コミュニケーションシステム TREND-CORE (KK-160043-VE)®を基幹ツールとして構成するほか、自社構成のデータプラットフォーム“めぐりす ai”によるクラウドデータ連携や地域業者との協働によるモデル作成の取組みを行った。

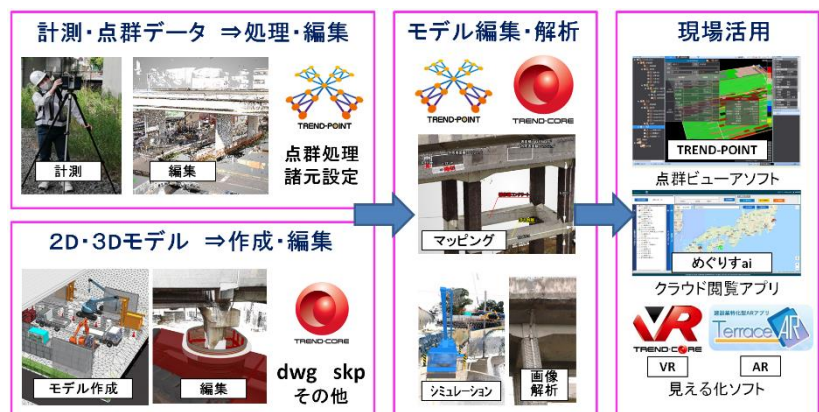


図2 活用体系のフロー図

2. 採用の効果

①専用ソフトによる活用体系の構成

点群処理と3Dモデルの作成においては、複数のソフトを活用しなければならない。また、市販ソフトの種類も多く、個々の使用ではスキルの定着や工夫の抽出など安定した効果が得られにくい。よって、ソフトの構成および運用体系の一案を構成することで実装の方向性と課題を明確にした。(図2)

②現場活用における実用性確保の工夫

計測後の点群データは、社内技術部で編集し負荷の少ないビューア付ファイルに変換したものを現場管理用とした。ビューアは操作が簡易であり、計測やマーキングなどの計画に必要な最低限の機能を有しているため、効率化とともに直接3D空間を体感することでスキルアップにもつながった。(図3左)

③独自フォームによるデータ連携

点群データの画像処理による劣化部分の質感の抽出などの特有の情報や設計図書をビューアの地図情報と連携させることで、データ運用の効率化とともに通信による情報共有が可能となった。(図3右)

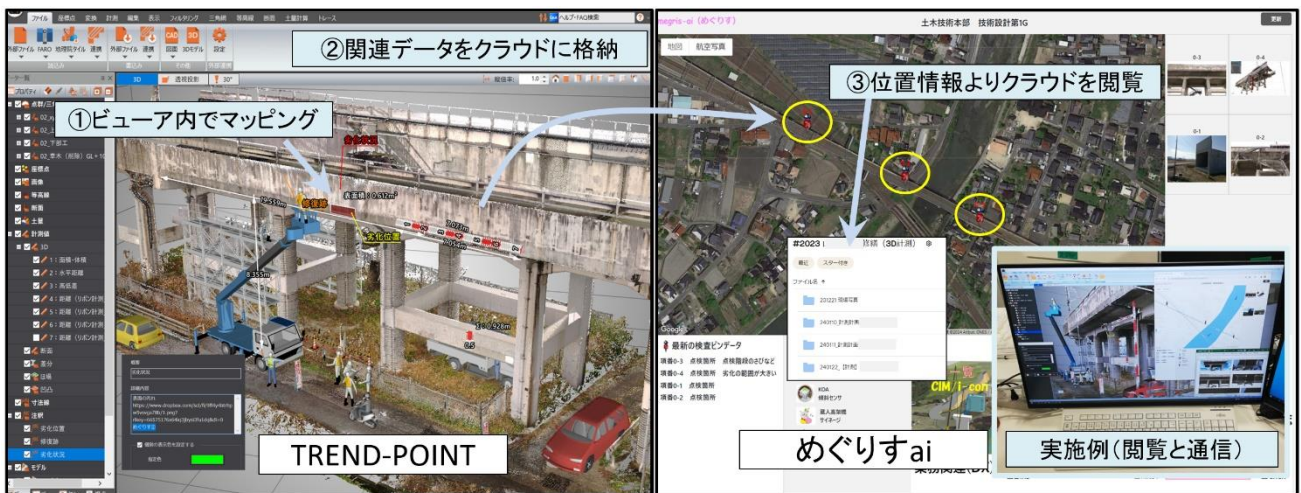


図3 TREND-POINT ビューア画面 (左) とデータプラットフォーム めぐりす ai (右) の併用

④地域業者との連携

点群データは、現地条件に適合した作業足場の計画や施工機械の選定において有益であり、多くの事業者によるデータ活用が推進されてきている。施工者が点群データを編集し、現場地域の専門業者とのデータ連携による事前計画で業務の効率化と資材の転用計画によるコスト削減につながった。また、3Dモデルの活用を積極的に取り組む地域業者のスキルアップにつながる相乗効果も得ることができた。

3. 課題

- ・ ニーズへのマッチングおよび効果の維持と確保には、現場毎の条件へのカスタマイズが必要である。

4. 他社への提供が可能な技術

【問合せ先: TREND-POINT、TREND-CORE】

福井コンピューター株式会社 営業部 MA 営業課 平山

TEL : 080-1952-3984 E-mail : hirayama.m@fcgr.jp

<https://const.fukuicompu.co.jp/products/index.html>

【問合せ先: めぐりす ai】

株式会社キャンパスクリエイト 技術移転部 産学官連携コーディネーター 近藤

TEL : 042-490-5734 E-mail : kondou@campuscreate.com

<https://www.campuscreate.com/>

SMART CONSTRUCTION Fleet を用いたダンプ運行管理による生産性向上

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（運行管理）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

クラウド活用による運行管理の一元化 〈俯瞰すれば現場が見える〉

1. 事例概要

河川における河床掘削工事の現場において、大量の土砂を複数のヤード（3 箇所）へ運搬する際に工事車両の運行管理を行うシステムとして活用した。従来は人により工事車両の通行把握や口頭指示を行っていたが、各車両にスマートフォンを携帯させることで運行管理を実施した。

具体的には、事前に MAP 上に運搬経路や危険箇所を設定し、車両が危険箇所に接近した際に自動で警報を発報した。また、車両位置は MAP 上で共有できるため積み用重機のオペレータ等は車両の接近を把握した。さらに、パソコンやタブレット上で車両の走行軌跡や走行速度履歴も確認できるため、安全教育の根拠資料として活用した。



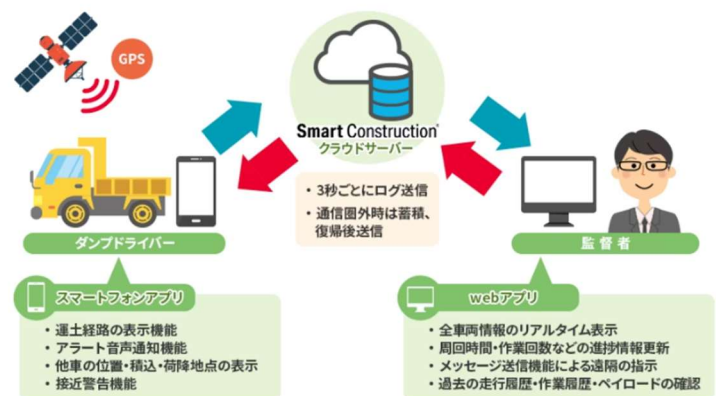
SMART CONSTRUCTION Fleet 管理画面



アラート設定（警告内容、発報位置のカスタム）

【機器・技術のスペック】

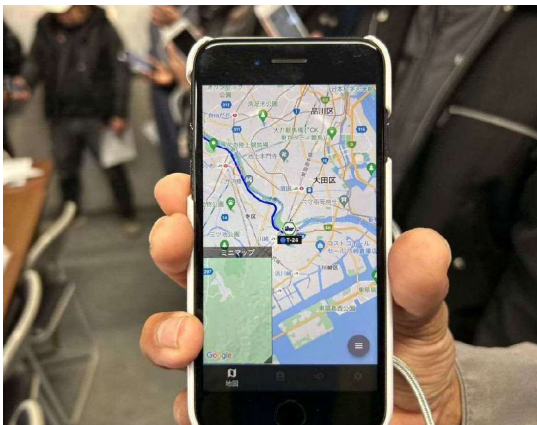
本システムを活用した作業所では、モバイルアプリをインストールしたスマートフォンを 40 台使用した。（使用台数は管理すべき運搬車両台数に合わせて準備する）また、複数箇所の土運搬搬出ヤードへの運搬状況を把握するために、管理用 PC（通常業務で使用している性能）と MAP 表示用のモニターを 5 台使用した。



SMART CONSTRUCTION Fleet システム概要

2. 採用の効果

- ・事前にMAP上に運行経路や危険箇所の明示、接近時の警報をカスタマイズして設定できるため、運転手への新規入場者教育に要する時間を短縮できた。[約50%の時間短縮]
- ・元請職員や職長による巡回監視時間および頻度の縮小化をはかれた。[約5日分の作業時間の削減]
- ・バックホウオペレータのダンプ待ち時間の有効活用
- ・各ストックヤードへの運行台数の集計時間の削減
- ・自動発報による安全性の向上[当該作業所における土運搬作業に関する苦情・事故0]



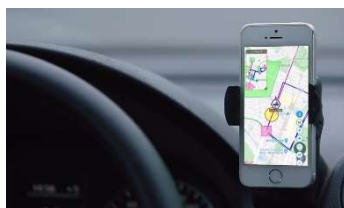
モバイルアプリ使用状況



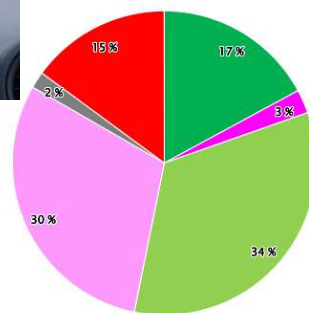
現場事務所における管理状況



車両接近警告例



ダンプトラックへの搭載



● 積込時間 ● 荷降時間 ● 走行時間(積車)
● 走行時間(空車) ● 走行時間(その他) ● アイドル時間

分析レポート例

3. 課題

本システムを活用するにあたり、モバイルアプリをインストールしたスマートフォンをダンプトラックおよびバックホウオペレータ等が携帯する必要があったが、作業員の交代もあるため日々の受渡しおよび返却を確実に実施する必要がある。携帯漏れや返却忘れが発生すると、システムが適正に運用できないため出入管理に注意を要した。また、スマートフォンを使用するため落下による損傷等がないように取扱いにも注意を要した。今後より簡便に出入管理を可能にする機能の追加や耐衝撃性能の向上が期待される。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

コマツカスタマーサポート株式会社 東京関越カンパニースマートコンストラクション営業部 大嶋
TEL : 050-3486-7839

E-mail : michishige_ooshima@global.komatsu

<https://kcsj.komatsu/ict/smartconstruction>

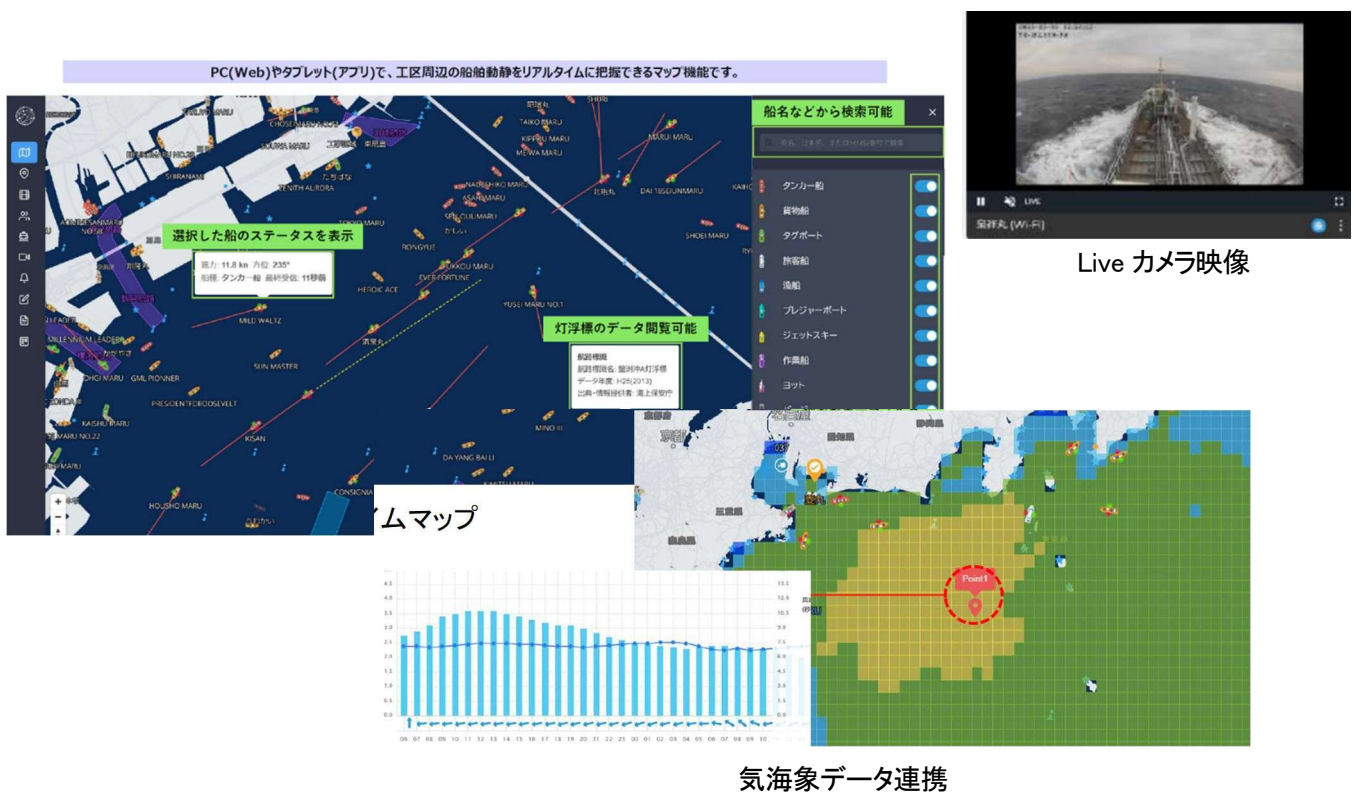
船舶動静共有航行支援システムの活用による情報共有

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

河川工事における土運搬船の運行管理

1. 事例概要

河川における河床掘削工事の現場において、掘削残土として搬出される土砂のうち砂質土については船着場まで運搬後に土運搬台船に積替えて河口付近の造成地まで運搬するものであった。本事例は、土運搬台船による土砂運搬時に海事産業向けプラットフォーム「Aisea」を通じて船舶動静やLiveカメラ映像情報をリアルタイムに把握し、作業従事関係者間で共有するシステムについて紹介するものである。



【機器・技術のスペック】

当該工事においては、主に土運搬台船を曳航する引船に「船舶動静共有航行支援システム」を導入し、かつ引船の操舵室上部に首振り機能を有する Live カメラを設置することにより以下の機能を活用した。

- ・リアルタイムマップ：PC やタブレット上で工区周辺の船舶動静をリアルタイムに把握できる機能
- ・衝突予防機能：他船の接近や区域への侵入など、周囲の状況を AI が判断し操船者に危険を通知し、回避を促す機能
- ・プロット機能：浅瀬や既設橋脚等の接近危険箇所を事前にマップ上に登録し航行時の安全性を向上する機能
- ・気象データ連携：日本気象協会の気象予報データをリアルタイムマップに重畳し、3 日先までの海上風、波浪、潮流、台風情報を把握することで施工の可否を判断できる機能



土運搬船曳航状況

2. 採用の効果

本システムを導入することにより、いつでも PC やタブレットから現在の台船の位置や Live カメラの映像が確認できるため、船着場への台船到着時刻も予想可能となり施工性が向上した。また、衝突予防機能やプロット機能を活用することで航行時の安全性を向上し、他船や既設橋脚への接近を確実に回避できた。

3. 課題

引船に可動式カメラを設置した場合には前方視界を確保できるため問題無いが、押船に設置すると土運搬船により視界を遮られるため補助船への付替え等の設置位置の事前検討が必要となる。

また、今回可動式カメラを操舵室上部に設置したが、航路上の上空制限を考慮すると極力上方への飛出し高を抑える必要があった。しかしカメラ本体の高さや固定金具を考慮すると少なくとも 60cm 程度は飛出しが必要となる。今後可動式カメラの小型化や設置方法の工夫により飛出し高がより抑えられるような仕様となることが求められる。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

アイディア株式会社 事業戦略室 企画営業 永田

TEL : 03-6276-7640

E-mail : Takuya.Nagata@aidea.biz

<https://aisea.net/aiseaconstr/>

油圧ショベルの自動運転システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

自動運転で土砂積込み作業を省人化

1. 事例概要

現場作業の省人化・効率化を目的として、安藤ハザマとコベルコ建機はレーザスキャナによる土砂形状の検知と掘削土砂重量の算定機能を備えた自動運転油圧ショベルを共同開発した。オペレータの油圧ショベル操作を教師データとしてあらかじめ記録し、LiDAR やカメラの情報から把握した外部環境に応じて動作を調整することで自動運転によるダンプトラックへの土砂積込み作業が可能となった。

【機器・技術のスペック】

1) 機器構成

- ・油圧ショベル(0.8m³級)
- ・LiDAR*1(レーザスキャナ：土砂形状認識用)
- ・カメラ*1(ダンプ荷台位置認識用)
- ・操作用タブレット

*1 ショベルのキャビン上に設置



図-1 搭載したLiDARとカメラ

2) システム概要

ショベルに搭載したLiDARで土砂ピット内の土砂形状の点群データ、カメラでダンプの荷台の位置情報を取得することで外部環境の変化に対応する自律的な自動運転システムとなっている。また、土砂をすくい上げた際のバケット内の土砂重量をアーム各部位にかかる油圧負荷から算定するペイロード機能も搭載している。安全機能としては操作者が持つタブレットおよび監視者が持つ無線コントローラから非常停止の信号を発信できる。

タブレット画面は直感的なユーザーインターフェース構成であり、誰でも使いやすいシステムとなっている。このことでショベルの搬入から運用開始までの時間を短縮し、現場導入しやすくなっている。



図-2 実現場での土砂積込み作業



図-3 操作用タブレットの画面表示例

2. 採用の効果

現場で求められる様々な制約条件（ダンプトラックの横方向からの積込み、土砂をこぼさないような滑らかな動作、周辺物との接触回避など）に適応させており、狭い屋内での積込みであっても問題なく作業を自動化できる。自動運転油圧ショベルに搭載したペイロード機能により、開始ボタンをタッチするだけで自動運転を開始すれば、掘削土砂の積算重量が目標値となるまで一切の操作なしに自動で土砂積込み作業を行う。このことから、過積載の防止や指定した土量の積込み作業が可能となった。

シールド工事3現場、山岳トンネル工事1現場の実現場において、自動運転で土砂の積込み作業ができており、油圧ショベルの自動運転が現場の省人化に繋がることを確認した。また、国土交通省の「自動施工における安全ルール Ver.1.0」を適用したリスクアセスメントを行い、安全性と長期稼働時の施工安定性も検証済みである。

3. 今後の展開

現場適用でのフィードバックを重ねることで、技術面、安全面の信頼性向上だけではなく、運用面でも現場人員での運用が実現できており、実現場で問題なく使用できる水準にある。これからも当社の施工現場で実績を積み重ね、様々な工種、作業への適用拡大を目指していく。

3次元LiDARを活用した面的な土留め壁変状監視システム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3次元LiDARにより土留め壁の変状監視手間を削減

1. 事例概要

建設現場では工事中の周辺土砂崩壊や地下水の流入を防ぐために、土留め壁を活用して安全を確保している。土留め壁の崩壊を防ぐために、土留壁の変状を監視する必要がある。通常、下げ振りや傾斜計など点的なセンサーや日常的な巡視により変状を監視している。これらの手法では計測装置を設置した箇所および計測した位置のみの定量的な変状と定性的な目視による確認となり、変状が発生している箇所を見逃す恐れがある。そこで、3次元LiDAR（Light Detection And Ranging）センサー（図1）を利用して、土留壁を連続的かつ面的に監視するシステムを開発・適用した。

従来の点的なセンサー監視や1日数回の巡視による監視とは異なり、複数のLiDARを併用することで、仮設物による死角をカバーしながら土留壁全面を非接触で24時間監視可能とした（図2）。

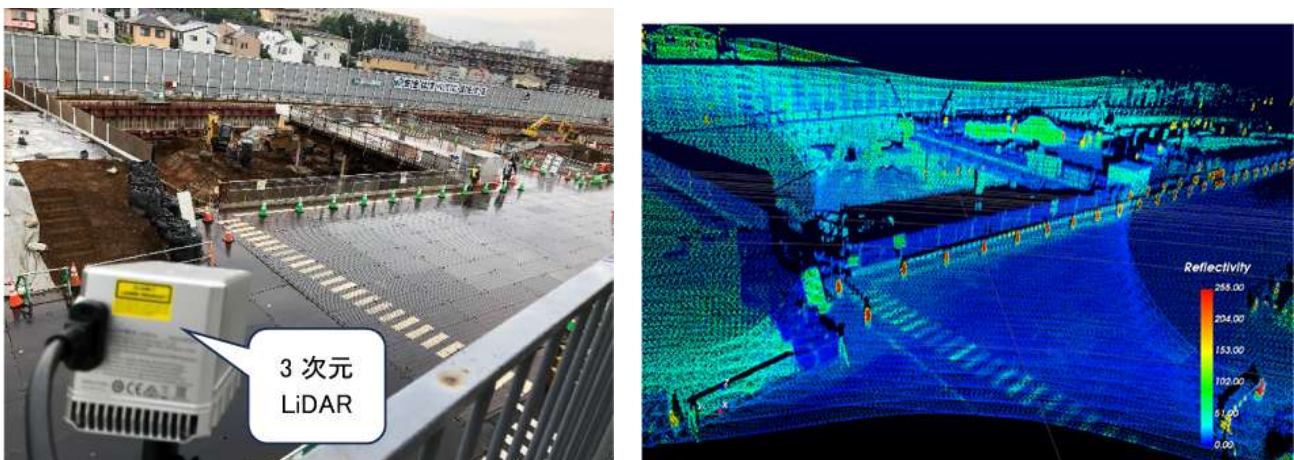


図1 3次元LiDARによる計測イメージ

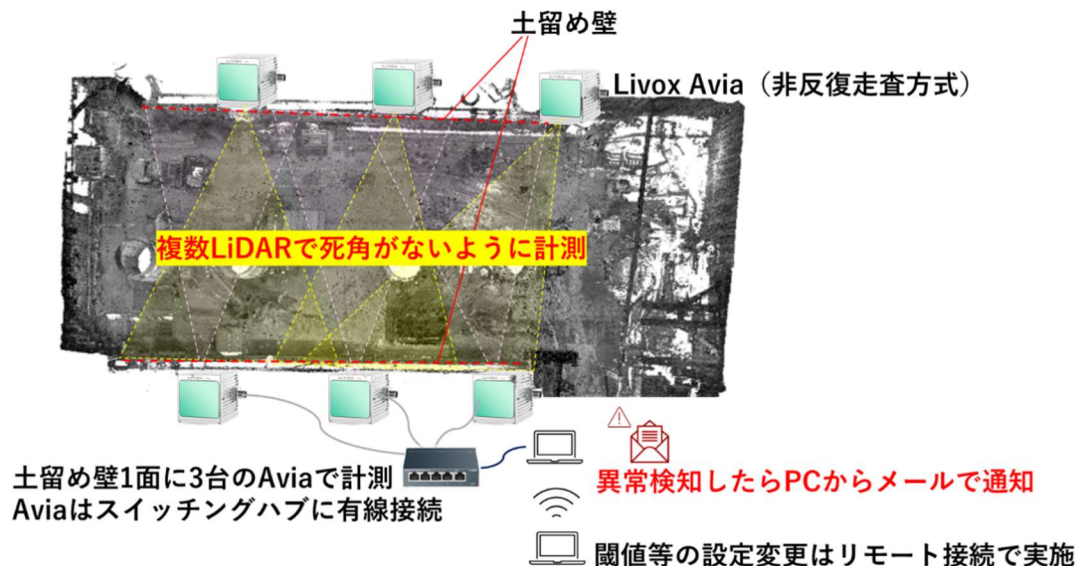


図2 システム構成図

2. 採用の効果

①安全性向上

独自に開発した精度向上アルゴリズムにより LiDAR 設置位置から 70m 離れた壁面で 3cm 程度の変状を検出可能とし、実際に適用した現場においては 1cm 程度の変状を検出できた (図3)。これにより、目視や点的なセンサーでは見逃す恐れのある面的変状を早期に発見できる。

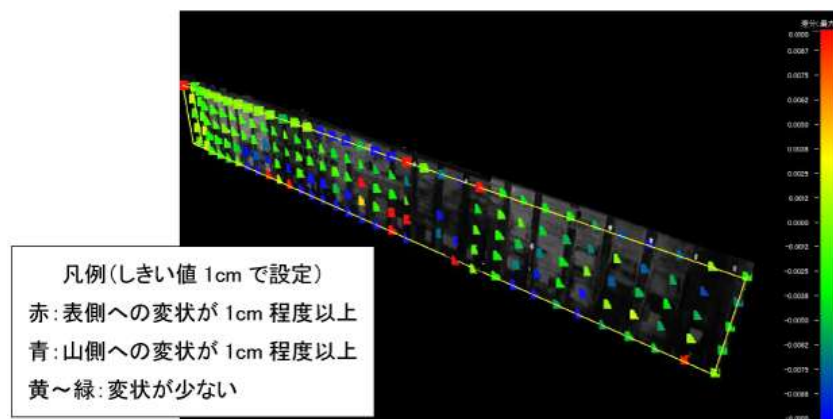


図3 土留め壁の変状検出状況

②労働時間短縮

連続的な自動監視が可能のため、監視員による巡視回数を削減でき、施工管理の効率化につながる。また、変状監視の初期値を点群で直接設定するため、事前の 3 次元モデル作成や座標管理が不要となり、現場導入のハードルが大幅に下がった。

3. 課題

センサー設置箇所の振動が連続したり、土留壁面近傍の作業が続いたりする場合には、現場条件に合わせた適切なパラメータ設定をしないと誤認識が発生する。また、点群処理のための必要 PC スペックが高い。今後柔軟なパラメータ設定に対応させ、展開現場を増やしていく予定である。

参考サイト：[面的な土留壁変状監視システムを開発](#)

参考サイト：[LiDAR を用いた土留め壁の変状検出に関する一考察](#)

Box-BIM ビューワ連携システムによる BIM/CIM データ共有の効率化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

Box を利用した Web ブラウザによる BIM/CIM データの閲覧・共有システム

1. 事例概要

Box-BIM ビューワ連携システムは、Box に保存した 3 次元データをダウンロードせずにブラウザ(Chrome、Edge、Safari、Firefox)で閲覧可能にしたビューイングアプリである。APS(Autodesk Platform Service) と連携し 60 種類以上の拡張子に対応しており、社内利用者だけではなく、社外利用者(グループ会社、JVSB、協力会社等)にも閲覧用 URL を発行し共有できる。(図 1)

これまで BIM/CIM データを閲覧するためには専用ビューワやシステムなどの閲覧環境が必要であり、クラウドストレージ Box では、BIM/CIM で取り扱うことが多い「rvt」や「nwd」形式の 3 次元データの表示に専用ビューワを利用する必要があったため、本アプリを導入することとなった。

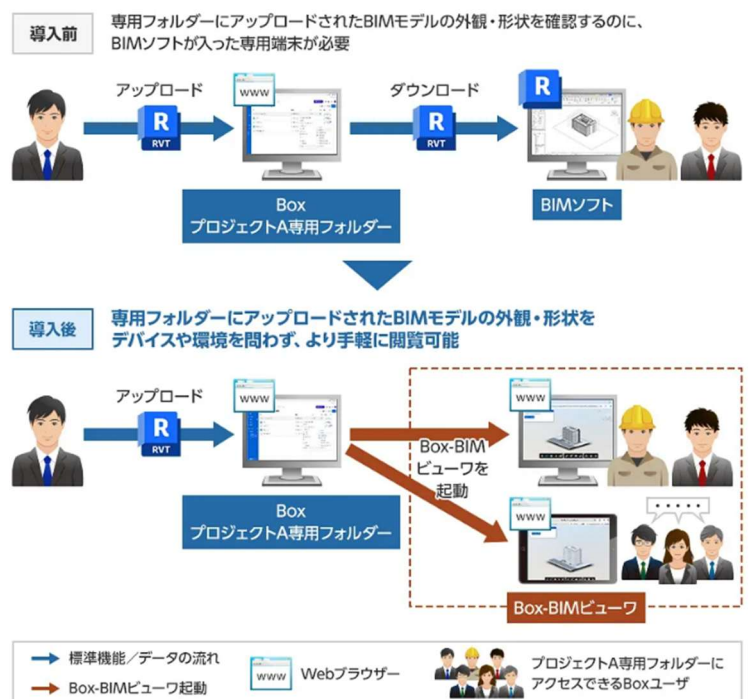


図 1 Box-BIM ビューワ導入前後の利用イメージ

2. 採用の効果

社内標準で使用しているクラウドストレージが Box であるため、本アプリの導入により統合プラットフォーム ACC 等 Box 以外のクラウドによるデータの二重管理の発生を防ぎ、BIM/CIM データを含むプロジェクトデータの一元管理が可能となった。また、統合プラットフォームや専用ソフトの導入コスト削減、社内外のデータ共有時間削減、利用権限付与による情報漏洩リスクの低減等に加え、専用ソフトを持たない職員による 3 次元データの確認(外観・形状・属性情報・断面形状等)が容易となった。(図 2) また、導入後、情報共有が手軽になったことで社内の BIM/CIM データ活用が促進された。(図 3)

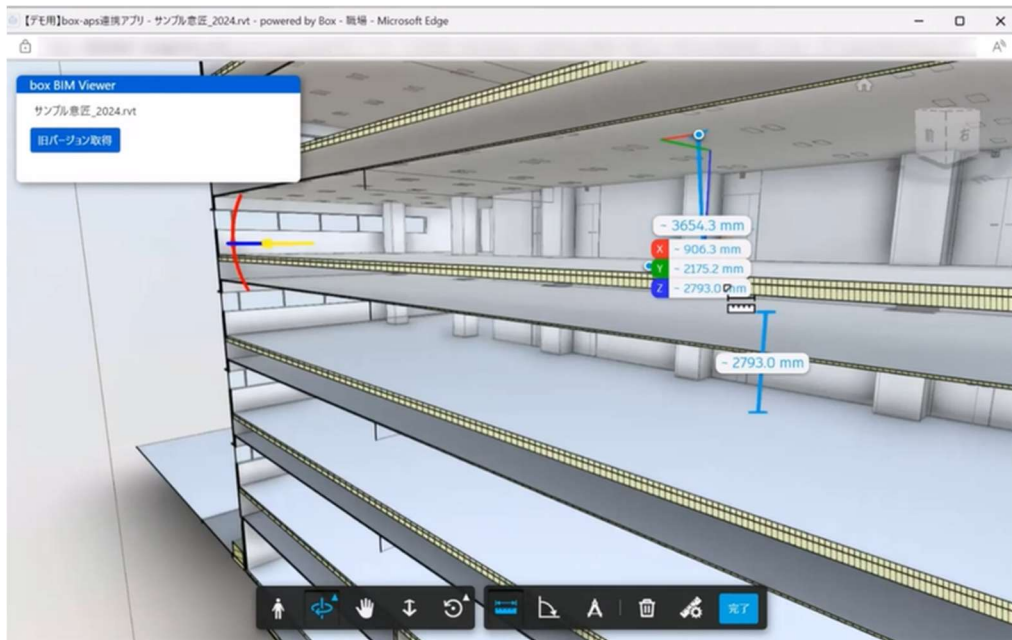


図 1 Box-BIM ビューワの利用イメージ

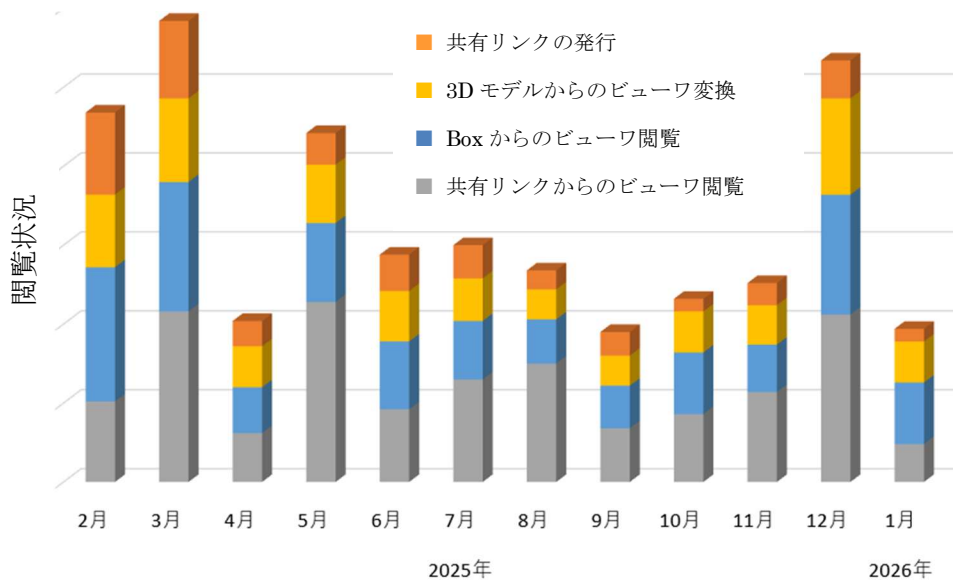


図 2 Box-BIM ビューワの社内利用実績 (2025 年 2 月～2026 年 1 月)

3. 課題と今後の展開

使用するには Box ログイン ID ごとに Box アプリのインストールが必要となるのが少し手間になる。また、従来通りにデータをダウンロードして閲覧する職員が居ることから、さらに周知を図っていく。

今後は、点群データや 360° 画像の閲覧機能も追加される予定である。

社内の BIM/CIM データを自社管理の汎用クラウドストレージ上で一元的に管理しつつ、工事中は必要に応じて発注者の CDE 等に接続するなどして、BIM/CIM 対応の生産性向上を図っていく。

4. 他社への提供が可能な技術

株式会社大塚商会より導入可能なサービスとなっている。

https://www.cad-japan.com/products/items/box_bim_viewer/

開口部荷役時警報システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

非反復式 LiDAR による開口部荷役時などの安全確保

1. 事例概要

建設工事では障害物の配置や高低差などの要因により重機運転者からの視界外で重機作業を行うことがある。このとき作業指示者や監視員により安全確保されるが、カメラによる運転者への情報提供や警報装置による作業への危険通知など補助的な安全確保手法が併用されることも多い。

それでも同じ作業が繰り返される中で慣れや見落としなどヒューマンエラーが起きる可能性があり、それらを回避する安全確保の1手法として、非反復 LiDAR を利用した警報システムを開発した。

システムによる監視のイメージ図を図1、LiDAR の検知イメージを図2に示す。

栈橋の開口部に荷役する現場で試行した結果、想定通り検知・発報ができた。

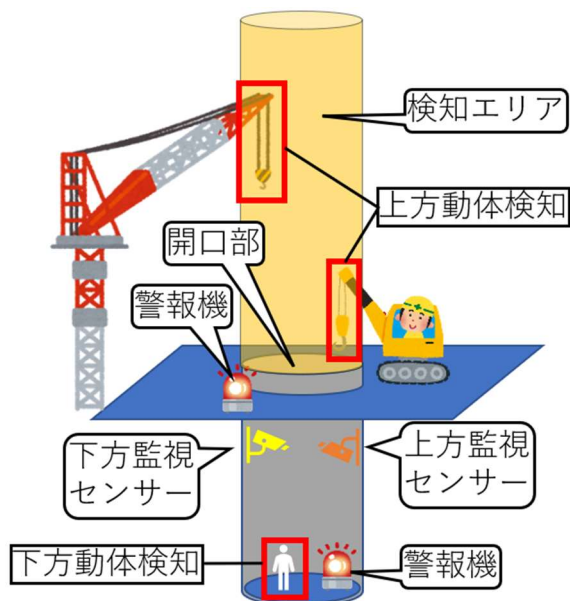


図1 監視イメージ

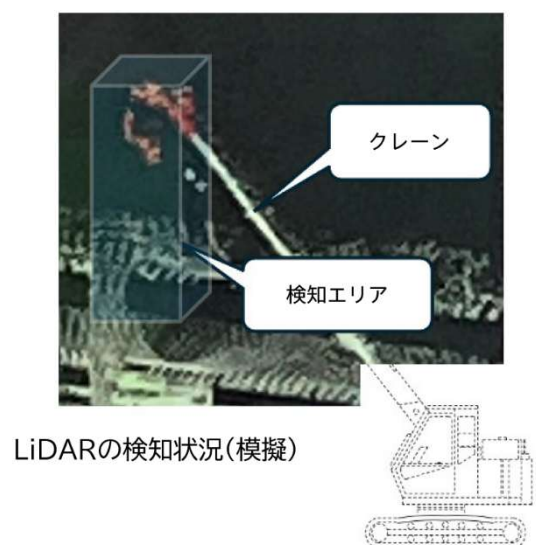


図2 LiDAR 検知イメージ

【機器・技術のスペック】

(1) 技術概要

- ・ 3次元 LiDAR による点群データに対して 3次元的な検知エリアを設定して開口部上方を監視し、開口部上空で動きがある時のみ検知する。また、開口部下方を動体検知カメラで監視し、下方で動きがある時のみ検知する。
- ・ 上方下方両方で同時に動きが検知された時のみ警報を発報する。

(2) 主な機器

上方 LiDAR : LIVOX Avia

下方カメラ : AXIS M2036-LE

エッジ PC : Raspberry Pi

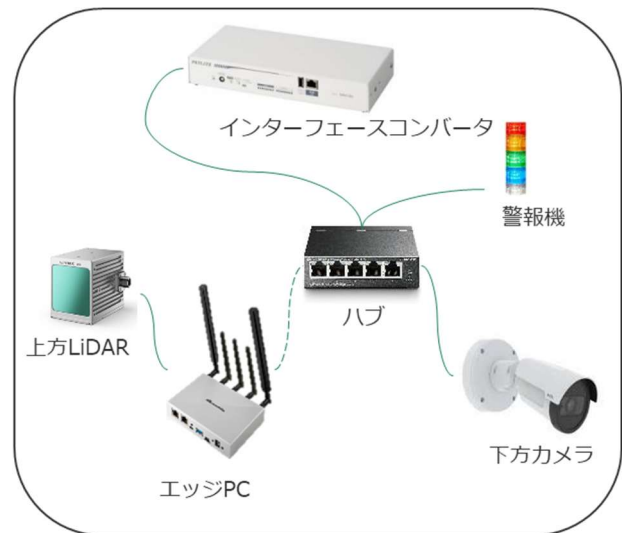


図 3 概略システム構成

2. 採用の効果

- ・ 開口部上下に設定した検知エリア外での作業時には発報しないため、慣れが生じにくいシステムを構築できた。
- ・ 重機側への機器追加なく、また安価な機器のみで構成することで、経済性の高さを実現した。
- ・ 路面覆工がある都市部の現場に導入した結果、開口部至近に工事と無関係の建物がある場合でも、当該工事における動作のみを検知し、LiDAR による誤検知がないことを確認できた。
- ・ クレーンブームが動かない状態においても、吊り荷の上下動のみで警報を発することが可能であり、深い立坑でも適用できることが確認された。

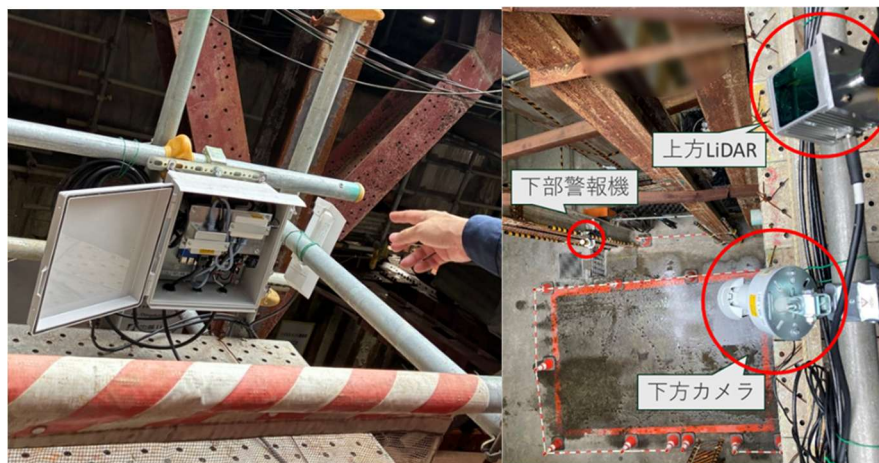


図 4 適用状況

3. 課題と今後の展開

現場運用に必要な基本機能を実現し、その性能を確認できた。今後は、開口部のある現場への展開を図っていく。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社ソーキ 森下・宮本

TEL : 0120-856-990

<https://www.ad-hzm.co.jp/info/2026/20260218.php>

デジタルツインプラットフォームによる施工管理の効率化

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（デジタルツイン）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

ICT で施工管理の進め方を変革

1. 事例概要

国土交通省が推進する i-Construction2.0 において、デジタルツインはデータ連携のオートメーション化を実現する重要技術として位置づけられている。デジタルツインは、サイバーフィジカルシステム（CPS）の一つとして製造業での活用が進んでおり、これを建設現場に導入することで施工管理業務の変革が進むものと期待されている。

当社では、独自開発したデジタルツインのプラットフォームを実際の大規模造成工事（延長約 750m、高低差約 140m、切土数量約 37 万 m³、盛土数量約 42 万 m³）に適用し、施工管理業務への効果を検証した。その結果、仮想空間を用いた情報共有による手戻り防止や移動時間の削減、データに基づく定量的な予実績管理が可能になり、施工管理業務の効率化が確認された。

【機器・技術のスペック】

本プラットフォームは、オープンソースの 3D 地理空間可視化エンジンである Cesium をベースとして独自開発したものであり、PC の Web ブラウザで動作する。プラットフォームで扱えるデータは点群、オルソ画像、DSM (Digital Surface Model)、画像、映像であり、位置情報と時刻情報を持つことを基本としている。各種計測機器で得たデータをプラットフォームにアップロードすることで、図 1 のような仮想空間が構築される。

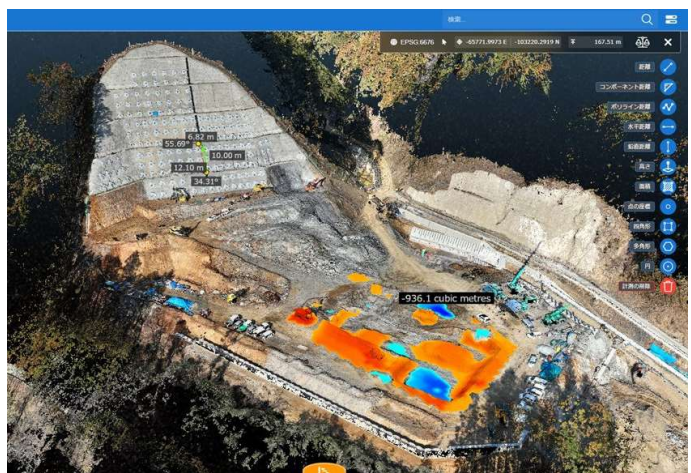


図 1 点群をベースとした仮想空間

広大な現場全域の 3 次元データの計測には、屋外常設型の離発着基地付きドローン（図 2）とクラウド型の自動 SfM 処理サービスを採用した。離発着基地付きドローンと自動 SfM 処理サービスとデジタルツインプラットフォームは API で連携して

おり、空撮、アップロード、処理、仮想空間への反映までの一連のフローを自動化している。この機能により、デジタルツインの継続運用に欠かせない定期的なデータの更新作業が容易になるため、現場職員の負担が大幅に軽減される。

2. 採用の効果

1) 打合せでの情報共有

最新の現場状況が反映された仮想空間を用いて打合せ（図3）をすることで、指示を出す側と受け取る側の認識のすり合わせが容易になり、手戻りの防止と情報共有の効率化に寄与した。

2) 遠隔地からの状況確認・計測

作業指示書や計画書を作成する際は現場へ移動して最新の状況を目視確認することが一般的だが、仮想空間を通じて2~3分で同等の情報を得ることができた。これにより、盛土の仕上がり高さ、ヤードの広さ、敷き鉄板の位置、沈砂池の確認などにおいて移動時間を削減する効果が確認された。

3) 土工出来高の進捗分析

日々の現場地形を離発着基地付きドローンで計測し、仮想空間中の点群の差分から現場の切盛り土量（出来高）を計算してグラフ化した（図4）。これにより、現場職員は測量や計算に労力を費やすことなく予実積管理が可能になった。従来は出来高の把握を1カ月に1回程度の頻度で平均断面法にて行っていたのに対し、この方法を用いることで、1週間に1回の頻度での管理を実現した。



図2 離発着基地付きドローン



図3 昼礼でのデジタルツイン活用状況

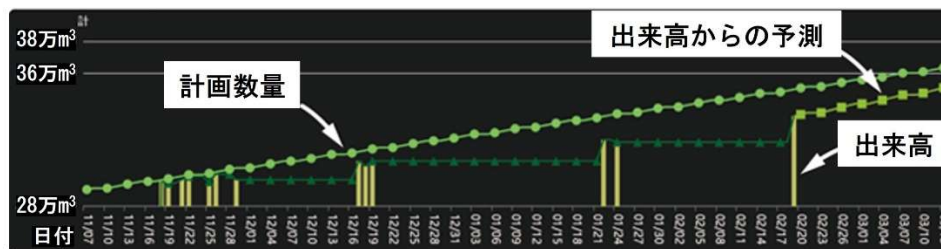


図4 土工の進捗をグラフ化した画面

3. 課題

離発着基地付きドローンが撮影したデータのアップロードやSfM解析に時間を要するため、リアルタイム性が課題である。高速通信環境や解析サーバを整備することで解決を図る計画としている。

UAV 測量の効率化（くみき）

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

ドローン画像からクラウドで自動的に点群を生成

1. 事例概要

これまでの UAV 測量（以下ドローン測量）では、撮影した写真を高性能 PC に取り込み、専用ソフトを用いて解析して 3 次元点群データを生成していた。同点群は BOX などの外部ストレージで共有するため、データ容量が極端に大きい点群データは、共有できないケースもあった（図-1）。今回の事例で用いたシステムは、ドローンの空撮写真から、現場確認の画像・動画データまで一気通貫で管理ができるクラウドサービスである。ドローンで空撮した画像をクラウドにアップロードするだけで自動的にオルソ画像、点群データ、地形の面データ等が作成される。また、クラウド管理であるため複数のプロジェクトでも速度を落とさず並行処理が可能である。これによりドローン測量から各種データ作成までの作業が大幅に簡略化及び短縮される。

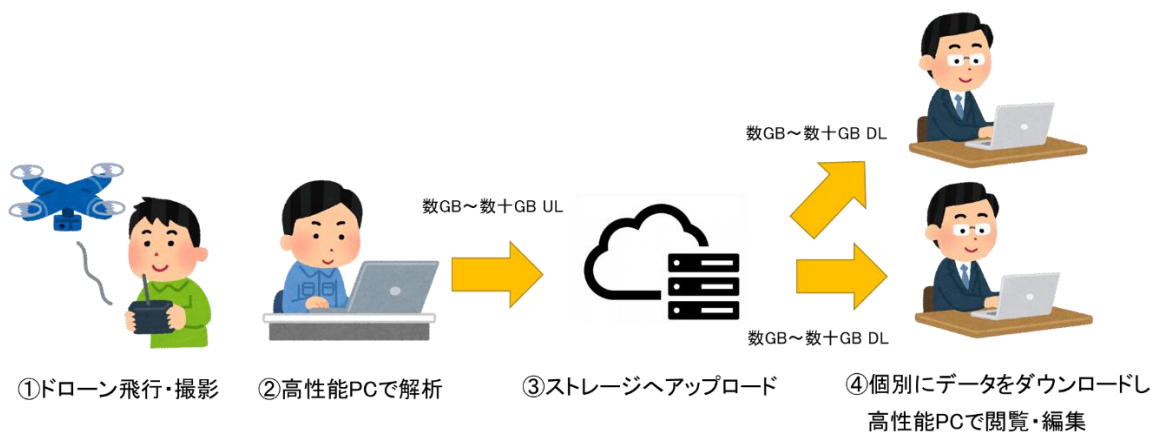


図-1 従来のドローン測量の流れ

【機器・技術のスペック】

現在使用しているシステムの動作環境は、下記に示す通り。

クライアント環境 (PC)	
OS	Microsoft Windows 11 Microsoft Windows 10
CPU	1GHz以上
メモリ使用量	1GB以上
ディスク使用量	512MB以上
Webブラウザ	Microsoft Edge、Mozilla Firefox、Google Chrome

※クラウドサービスであるため操作性はPCスペックではなく通信環境に左右される。

2. 採用の効果

本システムはクラウドサービスであるためPCへのソフトウェアインストール作業及び高性能PCが不要となる。また、操作も直感的に行うことができるため、既存のソフトウェアに比べてドローン測量導入のハードルを大幅に下げることができるとともに、導入済の現場についてもより一層の活用が期待できる(図-2)。またクラウド上でデータの確認ができる利点を生かし、①造成工事の出来高管理用のデータを遠隔地で作成する、②災害現場等の空撮写真や3次元点群データ等を遠隔地から確認・ダウンロードし、即座に復旧計画に用いる等の活用を行っている。

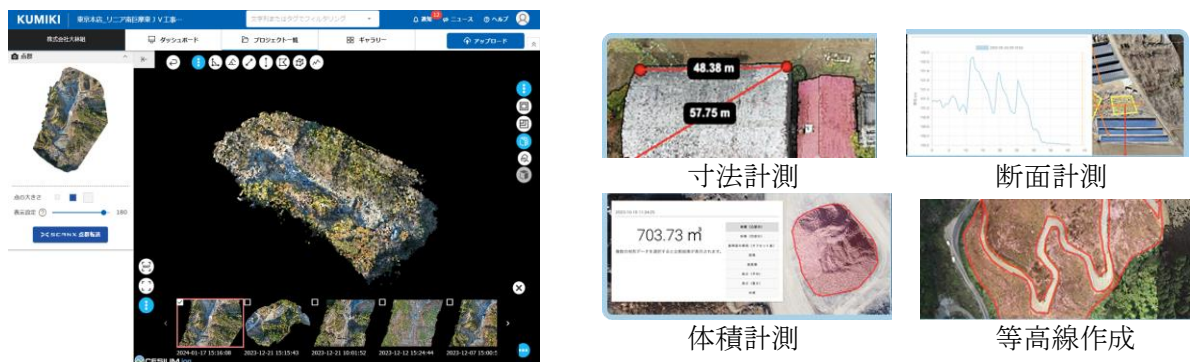


図-2 本システムの画面イメージ及び機能

3. 課題

本システムはクラウドサービスのため、画面の表示速度は通信速度に依存する。そのため山間部や災害現場等の通信環境が良くない場所ではデータのアップロードおよび表示ができない場合もあるため、別途通信環境の整備が重要となる。また、本システムはデータの作成及び確認を主たる用途としているため、その後の点群の処理については別途専用の点群ソフトが必要となる。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社大林組 本社 土木本部 先端技術推進室

E-mail : sentangijutsu-k-m@ml.obayashi.co.jp

現場計測機器・アプリとクラウドシステムによる出来形検査の効率化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

出来形検査システム (RC 構造物、土工等)

1. 事例概要

従来の出来形検査は、テープやトータルステーション (以下 TS) 等を使用して構造物の寸法測定を行い、設計図面との整合を確認するため、作業者が複数人必要で作業時間も長くなるのが一般的である。そこで本事例では、自動追尾式 TS (杭ナビ)、現場計測アプリ (FIELD-TERRACE) を活用し、受注者職員 1 人で橋台下部工の出来形確認を行った。また、BIM/CIM モデルを受発注者間で共有するクラウドシステム (CIMPHONY Plus) に出来形計測した座標値をアップロードし、ウェアラブルカメラ (Safie Pocket2)、または Teams や ZOOM 等の通信サービスを併用することで発注者と出来形確認状況や結果を共有する遠隔立会を実施した。これによって受発注者間での会話が可能となり、発注者は遠隔で現場状況を確認しながら、計測箇所の詳細な指示等を出すことができる。

表-1 システム概要

現場計測アプリ FIELD-TERRACE	データ共有クラウドサービス CIMPHONY Plus
杭ナビ等の自動追尾 TS や GNSS ローバーと接続し、土木施工現場での位置出しや計測作業を効率化する現場向け Android アプリ。	インターネット上で土木施工現場の様々なデータ (図面/座標/3D モデル/点群) を共有・可視化できるクラウドサービス。



図-1 機器概要



図-2 システム概要図

2. 採用の効果

自動追尾式トータルステーションを用いることで現場において受注者の職員が一人での計測作業を行うことが可能となり、作業時間が大幅に短縮される。計測機材もTSの一種であるため計測精度も高い。また土工の出来形検査等には、自動追尾式TSの代わりにGNSSローバーを用いることで更に作業を簡素化できる。上記の計測結果は、クラウドシステムを介して遠隔にいる発注者と即時に共有されるため、発注者は現場に行かなくても出来形検査が可能となり、従来の出来形検査と比較して受発注者ともに人員と時間を大幅に節約できることが確認されている。

3. 課題

現在は、クラウドシステム(CIMPHONY Plus)に上がってくる座標値を使用して出来形調書を別途作成する必要がある。出来形計測後、クラウドシステム内でそのまま調書作成ができれば、さらなる省力化に繋がる。調書については発注機関ごとの様式に対応する必要があるため、現在メーカー側で開発を進めている。なお、ウェアラブルカメラについては音声不安定という課題があったが、最新機種であるSafie Pocket2+では大幅に改善されている。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

福井コンピュータ株式会社 営業部 平山雅浩

TEL : 080-1952-3984、E-mail : hirayama.m@fcgr.jp

自動充電ポート付きドローンによる災害現場のデジタルツイン化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

災害現場を遠隔から管理

1. 事例概要

災害発生直後、施工者はいち早く現地に入り、被害状況を把握したのち、管理者とともに復旧計画を立てた上で工事を開始する。被害状況の把握に、UAV（以下ドローン）で空撮した写真を用いた SfM による 3次元点群データを活用する取り組みが進んでいるが、以下のような課題があった。

- ▶ 余震等に伴う新たな道路の亀裂や法面崩落等の 2次災害の発生が懸念される非常に危険な状態でドローンによる空撮を実施する必要がある。
- ▶ 一般に被災地の通信環境は不安定なため、クラウドへの空撮写真のアップロードに時間を要する。

上記課題に対応するため、衛星インターネットサービスによる通信を確保したうえで自動充電ポート付きドローンによる遠隔自動空撮を適用することで、災害現場をデジタルツイン化し、施工管理の高度化、省人化、および安全性向上に寄与した事例を紹介する。

2. 採用の効果

令和 6 年 1 月の能登半島地震において、以下の機器を活用して災害現場の遠隔管理を行った。

【機器・技術のスペック】

※空撮スペック例

- ・空撮頻度 : 月～金曜の 1 回/日
- ・地上解像度 : 約 2.7cm/px
- ・飛行高度 : 約 120m
- ・オーバーサイトラップ : 80%
- ・空撮対象範囲 : 約 18 万 m²
- ・飛行距離 : 約 8,200m
- ・空撮時間 : 約 14 分
- ・撮影枚数 : 439 枚



 <p style="text-align: center;">Matrice 3D</p>		項目	ドローン仕様
		機体名	DJI Matrice 3D
		重量/サイズ	1,410g/335×398×153mm
		最大飛行時間	50分
 <p style="text-align: center;">ドローンポート</p>		ホバリング精度	垂直：±0.1 m、水平：±0.1 m
		保護等級	IP54
		動作環境温度	-20℃～45℃
		センサー	イメージセンサー：4/3型 CMOS 有効画素数：20 MP
		レンズ	FOV：84°、焦点距離：24 mm 絞り：f/2.8～f/11 シャッター速度：8～1/8000秒
		項目	ドローンポート仕様
		製品名	DJI Dock 2
		重量/サイズ	34kg/570×583×465 mm
		入力電圧	100～240 V (AC)、50/60 Hz
		入力電力	最大1000 W
		動作環境温度	-25℃～45℃
		最大風圧抵抗	(着陸時) 8 m/s

図-1 本組み組みのドローン/ドローンポート仕様

図-1 に示す機器を用いて、現地から約 300km 離れた東京のオフィスにて協力会社の職員が 1 名でドローンの遠隔自動空撮を実施した (図-2)。空撮完了後にドローンは離発着場所であるドローンポートに自動で帰還、着陸し、充電を行うと同時に空撮した写真をクラウドへアップロードする。ポートは衛星インターネットサービス (スターリンク) に接続されており、災害時等にキャリア回線の通信が難しいエリアにおいても高速データ通信が可能である。空撮写真は SfM ソフトで解析し、現場の点群データをクラウドにて関係者に共有する。以上により、現地では職員等がドローンを直接操縦する必要はなくなり (レベル 3 飛行に該



図-2 ドローン遠隔自動空撮状況

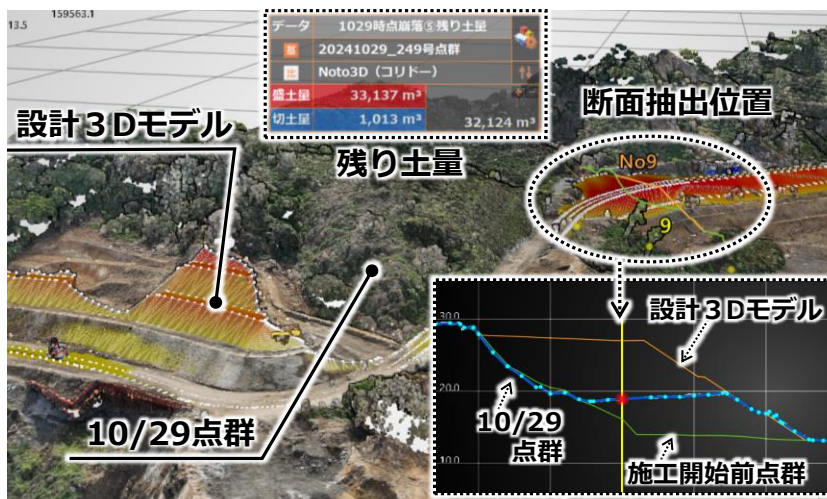


図-3 10/29の点群データと設計3Dモデルの統合

当：施工管理のリモート化)、法面崩落等の恐れのある危険箇所に受発注者ともに立ち入ることなく測量や現況確認ができる環境を構築できる。図-3 は 2024 年 10 月 29 日の点群データと設計 3D モデルを統合したもので、設計に対する残り土量算出や任意断面抽出を PC 上で行うことができる。これらの情報から日々の切盛土量の出来高を迅速かつ定量的に把握することができ、受発注者双方にとって施工管理の高度化に寄与する。また本取り組みによる土量管理の現場作業は従来の測量工 2 人からリモートの協力会社職員 1 人に省人化でき、事務所作業を含めた人手のかかる業務時間を従来測量に対して 90%以上削減できることを確認している。

3. 課題

上記で紹介した事例についてはドローンによる計測対象物が主に土であったため、空撮時の地上解像度を約 2.7cm/px と設定した。しかし、例えば計測対象物が法枠等のコンクリート構造物となった場合は同解像度では計測に必要な精度を担保できない。そのため解像度を 1cm/px 未満に設定し、ドローンの飛行高度を下げて飛行させる必要があるが、空撮写真の撮影範囲が狭くなるため空撮枚数が増加し、空撮時間や写真のアップロード時間、および SfM の解析時間が増大する。したがって計測対象物の要求精度と空撮範囲によって、本機器が適用可能かどうかを慎重に判断した上で、空撮スペックを決定する必要がある。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

KDDI スマートドローン株式会社 プラットフォーム開発部 山崎

TEL : 03-4485-1606 E-mail : smartdrone-suishin@kddi.com

<https://kddi.smartdrone.co.jp/>

https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20241031_1.html

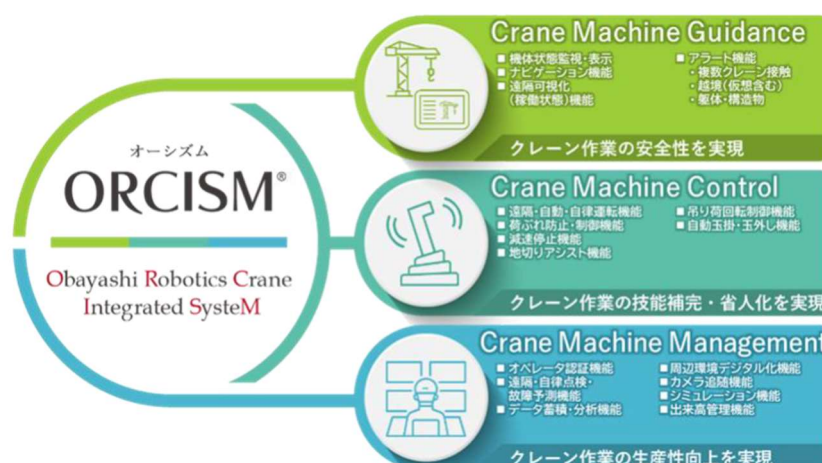
クレーンの次世代運転システム ORCISM® (オーシズム)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

クレーン作業の安全性と生産性向上を支援

1. 事例概要

本システム (ORCISM®: Obayashi Robotics Crane Integrated System) は、あらゆるクレーン作業における人・物・作業の情報を収集・デジタル化し、現実空間と同期したデジタル空間 (デジタルツイン) を構築・活用することで、建設プロセス全体を最適化し、飛躍的な生産性向上と究極の安全性を同時に実現する技術です。既に 100 台以上の各種クレーンに導入され確かな実績を築いており、標準技術として普及しています。本システムは、建設業界が直面する技能継承と労働力の確保という根幹的な課題を解決する技術であり、『危険な作業ができないクレーン』を実現します。



ORCISM 概念図



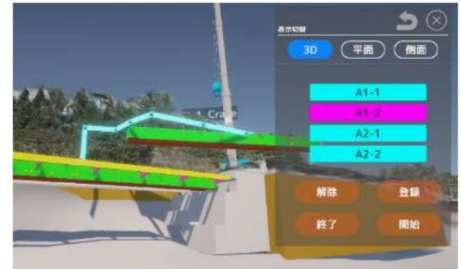
デジタルツイン
【現実空間 (上) とデジタル空間 (下)】

2. 採用の効果

現実空間と同期したデジタル空間（デジタルツイン）上で、『クレーンマシンガイダンス』、『クレーンマシンコントロール』、『クレーンマシンマネジメント』の三技術を統合的に管理・制御することで、現場のリアルタイムな可視化・共有、未熟練者の運転アシスト、遠隔・自動・自律運転等を可能にします。

① クレーンマシンガイダンス

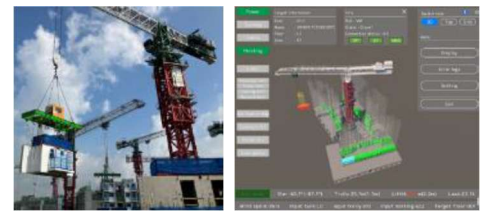
- ・ デジタルツイン上にクレーンや構造物、周辺環境等を同期させ、工事関係者全員がリアルタイムでクレーン作業を可視化、共有できます。
- ・ デジタルツイン上で衝突・越境防止エリアを設定可能であり、エリア接触を検知しアラートを発します。
- ・ ナビゲーション機能により未熟練者の技能補完を実現します。



完全なデジタルツインの構築

② クレーンマシンコントロール

- ・ 従来の遠隔運転に加えて自動・自律運転が可能であり、1人のオペレーターが複数台クレーンを操作することができます。
- ・ 運転状況をリアルタイムでデータ駆動的に把握、評価し、クレーンの運転に合わせて荷振れ抑制、安全な減速停止、安全な地切りアシストを自律的に実行します。未熟練者の技能補完、安全性の向上にも寄与します。
- ・ スカイジャスターと連携することで、吊荷の回転制御が可能です。



自動・自律運転状況

③ クレーンマシンマネジメント

- ・ デジタルツインを活用して稼働データをリアルタイムに収集、分析することで、組織的かつ迅速な意思決定が可能になり、生産性向上に貢献します。
- ・ クレーンを自律運転させて日常点検と同様の動作を再現することで、作業者の技量、目視に頼らず点検が可能になるとともに、関係者に可視化・共有できます。また、データを蓄積・分析することで異常や故障の兆候を早期に検知し、予防保全に繋がります。
- ・ 施工シミュレーションによる施工計画～出来高管理までを一気通貫で実施し、計画業務を6割削減可能です。具体例として、『デジタル手順書』も容易に作成でき、現場作業への情報伝達や教育の質を大幅に向上させます。

項目	3Dモデル・データ連携・統合	点検・点検結果の可視化	点検結果の可視化	点検	点検結果の可視化
1. 点検の自動化	点検作業の自動化による作業効率の向上	点検作業の自動化による作業効率の向上	点検作業の自動化による作業効率の向上	点検作業の自動化による作業効率の向上	点検作業の自動化による作業効率の向上
2. 稼働データの収集	稼働データのリアルタイム収集によるデータ駆動的な意思決定	稼働データのリアルタイム収集によるデータ駆動的な意思決定	稼働データのリアルタイム収集によるデータ駆動的な意思決定	稼働データのリアルタイム収集によるデータ駆動的な意思決定	稼働データのリアルタイム収集によるデータ駆動的な意思決定
3. 異常検知・予防保全	異常検知・予防保全による故障の早期発見と修理	異常検知・予防保全による故障の早期発見と修理	異常検知・予防保全による故障の早期発見と修理	異常検知・予防保全による故障の早期発見と修理	異常検知・予防保全による故障の早期発見と修理
4. 安全確保	安全確保による事故の防止	安全確保による事故の防止	安全確保による事故の防止	安全確保による事故の防止	安全確保による事故の防止

デジタル手順書



遠隔自律点検

3. 課題

ORCISMは、多様な現場へ導入可能なシステムです。施工段階にとどまらず、計画、維持管理、教育も含め、現場条件（施工条件や運用体制）に応じた適用範囲を整理しながら、より多くの現場への適用・導入を進めていきます。

施工シミュレータ GEN-VIR

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（施工計画）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

工事現場の作業効率向上や労働災害予防を推進

1. 事例概要

現在、建設業界では就業者数の減少と作業員の高齢化が進んでいます。全産業に比べ、現場の人手不足が深刻な課題となっており、施工効率や生産性の向上がますます重要になっています。現場では、3D データやデジタル技術を活用しながら、生産性向上と品質確保に取り組んでいます。現場では、3D データやデジタル技術を活用しながら、生産性向上と品質確保に取り組んでいます。現場では、3D データやデジタル技術を活用しながら、生産性向上と品質確保に取り組んでいます。現場では、3D データやデジタル技術を活用しながら、生産性向上と品質確保に取り組んでいます。

「施工シミュレータ GEN-VIR®」を開発しました。

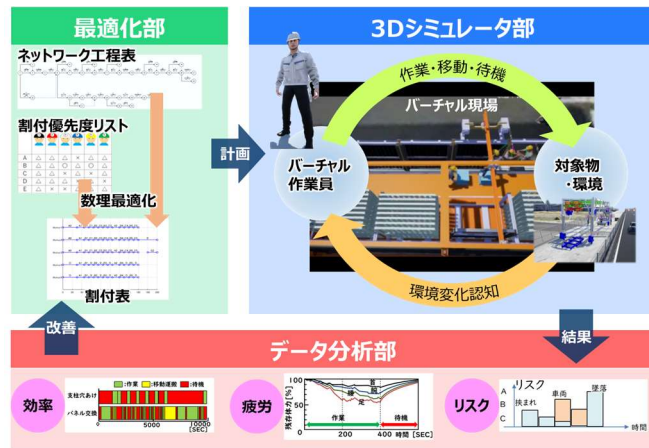
施工シミュレータ GEN-VIR は、3DCG でバーチャル現場を構築し、その中でバーチャル作業員の動作を再現することで、事前に施工検討ができる作業シミュレーション技術です。生産性のほか、作業員の筋疲労や現場のリスクについてもシミュレーションすることができるため、作業順序、作業人数、重機や資材の配置、他の作業との兼ね合いを検討しながら、それらの両立性を確認することができ、無理のない人中心の工程計画立案に貢献できます。

「施工シミュレータ GEN-VIR®」は近畿地整 2025 年度インフラ DX コンペ優秀技術賞受賞技術です。

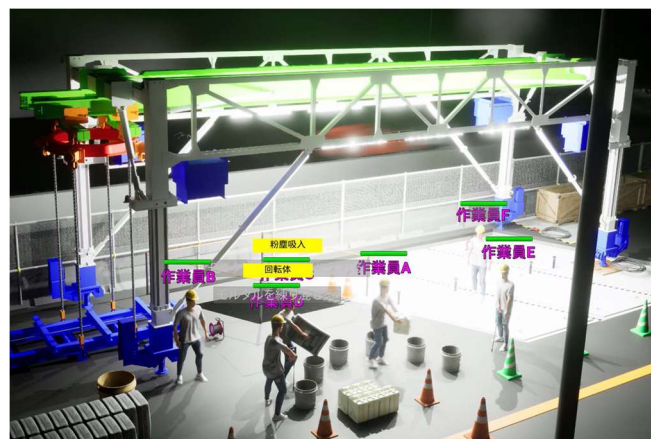
【機器・技術のスペック】

施工シミュレータ「GEN-VIR®」は大林組とトヨタ自動車未来創生センターが共同開発している、現場作業員の疲労負担軽減や生産性向上、リスク把握を目的とした、3DCG を用いた作業シミュレーション技術です。

※「GEN-VIR®」はトヨタ自動車株式会社の登録商標です。



施工シミュレータ「GEN-VIR®」の構成



構築したバーチャル現場

2. 採用の効果

- ・ 人中心の 3DCG シミュレーションにより、「誰が・どこで・どのタイミングで・何の作業を」する工程かが一目で分かり、事前に具体的な作業を理解することで、具体的な工程改善を施工開始前に実施できる。
- ・ 従来の 2D 図面と比較して、施工状況、人員配置が具体的にイメージでき、各作業員の理解向上と共通認識に繋がる。また、重機配置や車両移動などのタイミングのイメージが付き、より具体的に工程検討することで、従来よりも理解度を高めた状態で施工を開始できる。
- ・ 各作業員の「作業・待機・移動」を時系列で見える化することで「ムダ・ムラ・ムリ」になっている箇所を把握でき、工程改善に繋げることができる。
- ・ 各作業員の筋疲労をシミュレーションすることで、作業時の負担も考慮した工程計画ができる。
- ・ 各作業に対するリスクを時系列で見える化することで、事前にリスク低減策を検討でき、現場の安全性確保に繋げることができる。
- ・ シミュレーション結果は、発注者との工程確認や作業開始前の作業員向け説明資料としても活用でき、工事に関わるすべての人の合意形成に寄与できる。

3. 課題

適用の条件は下記の通り

- ・ 繰り返しの工程が多い現場
- ・ より詳細に人の動きも含めた検討が必要な現場
- ・ 1回作業で、綿密な計画が必要な現場
- ・ 時間的、身体的に厳しく、改善を必要としている現場

建設業向け AI 安全帯不使用者検知システム「KAKERU」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

高精度な AI モデルにより安全管理の高度化を実現

1. 事例概要

2023年に発生した国内建設業の労働災害は、墜落や転落によるものが最も多く、死亡者数は86人、死傷者数は4,554人*1に上る。厚生労働省は、労働安全衛生法の改正を行い、2019年には高所作業で使用する安全帯の規格をフルハーネス型に変更し、名称も「墜落制止用器具」に改めるなど、安全基準が見直された。しかしながら、建設業における墜落・転落災害は後を絶たず、建設業各社は、より効果的な対策が求められている。そこで、高所作業における監視体制の強化を図るために、奥村組は、日立ソリューションズ、西尾レントオールとAI安全帯不使用者検知システム「KAKERU」を共同開発*2した。KAKERUは、画像認識AI（人工知能）技術の活用により、高所作業における墜落制止用器具（安全帯）フックの使用状況を自動判定することができる。奥村組の建設現場での検証（写真1）においては、鉄骨上作業におけるフック不使用者を90%以上の精度で判定することができた。

*1 厚生労働省 令和5年 労働災害発生状況 <https://www.mhlw.go.jp/content/11302000/001099504.pdf>

*2 奥村組と日立ソリューションズが「建設業向け 墜落制止用器具フック不使用者検知サービス」を共同開発し、本サービスを西尾レントオールがハードウェアと組み合わせてレンタル提供をしている。

【機器・技術のスペック】

本サービスのAIモデルは、複数の建設現場で収集した延べ数万枚以上の画像を学習させたもので、カメラ映像から親綱支柱や親綱、フックを検出し、フックが親綱にかかっていない不使用者を自動判定（特許出願済※2）することができる。機器は、写真2のようにクラウドカメラと通知機器（パトランプ）を対象となる監視場所に設置する必要がある。背面にはクランプを取り付けており、足場や単管等へ容易に設置ができる。万が一フックの不使用者をAIが見つけた場合は、パトランプの警告音と光で通知をする。システム管理者には、不安全行動が記録された映像をメールで通知することで、その場に行かない時でも不安全行動を確認し、適切な指導をすることができる。また、監視エリアをシステム上で設定（図2）することで、作業の進捗に合わせて監視範囲を変更し、特定の作業員のみを監視対象にすることができる。

※2 特願 2022-043541、特願 2022-043542、特願 2022-043434（出願人 奥村組、日立ソリューションズ）

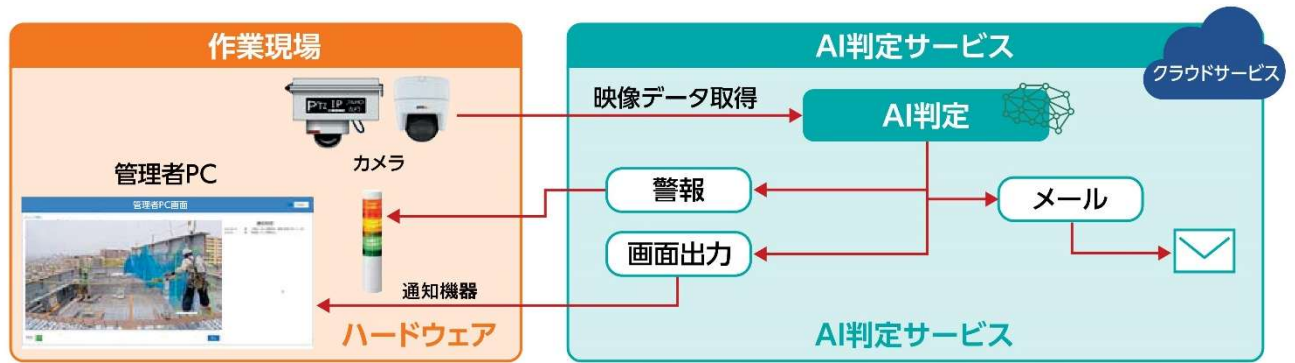


図1 システムの全体像

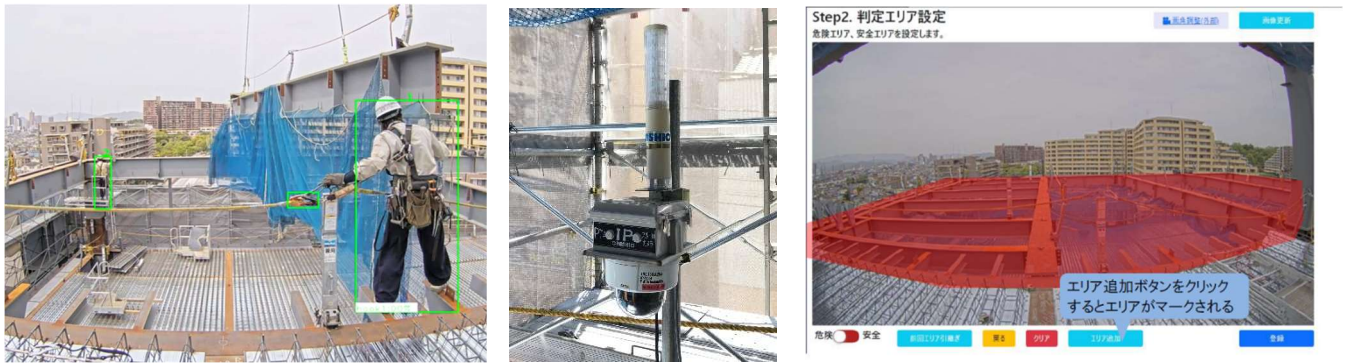


写真1

写真2

図2 監視エリア設定

2. 採用の効果

1) 監視体制の強化

- ・高精度なAIを採用することで、人と遜色ない監視を行うことが可能となり、効率よく監視をすることができる。

2) 危険行動の抑止・事故の低減

- ・現地の作業員に対して、警告音と光で通知をすることで不安全行動の抑止へとつながる。
- ・作業員向けアンケートでは、約93%の作業員が「安全意識が向上した」と回答した。

3) 教育・傾向分析への活用

- ・不安全行動の記録はクラウド上に保管されるため、作業員の指導に活用することができる。
- ・蓄積した不安全行動のデータを基に傾向分析することで、対策と教育に活用することができる。

3. 課題

本システムは利用時間が日中に限定されている。夜間に対応をしていないため、鉄道現場などの夜間工事などに対応できるよう検討を進めている。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

西尾レントオール株式会社

商品ページ

<https://www.nishio->

[rent.co.jp/kenki/product/?m=Item&id=1024&kw1=%25E5%25AE%2589%25E5%2585%25A8%25E5%25B8%25AF](https://www.nishio-rent.co.jp/kenki/product/?m=Item&id=1024&kw1=%25E5%25AE%2589%25E5%2585%25A8%25E5%25B8%25AF)

お近くの営業までお気軽にお問合せください。

営業所検索はこちら：<https://www.nishio-rent.co.jp/officesearch/>

進捗や変位のリアルタイム可視化【施工影響 XR ウォッチャー】

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

地盤改良施工時の監視業務高度化

1. 事例概要

地下構造物に近接して高圧噴射攪拌工法による地盤改良工を実施する際には、当該構造物の変位や漏水といった公衆災害の予兆がないか構造物内で監視する必要がある。しかしながら、施工機械の設置位置や施工進捗状況などは当該構造物の中から目視ができないため、注視すべき範囲を特定することが難しく、技術者の経験に左右される。

そこで当社は、XR（クロスリアリティ）技術を用い、施工位置や進捗、構造物の鉛直変位が起きている場所を可視化して、リアルタイムで容易に把握できるシステムを開発した。これにより、経験の浅い技術者でも、構造物の変位や漏水等の異常を即座に察知し、公衆災害の発生防止に寄与することができる。

【機器・技術のスペック】

施工機械に取り付けたセンサから施工進捗のデータを、地下構造物内の各所に設置したセンサ（沈下計等）から当該構造物の変位に関するデータをそれぞれ AWS 上に蓄積する。これらのデータに基づいて生成した三次元モデルを、可視化端末（iPad および HoloLens 2）を用いて、現地の光景に重ねて表示する（図1）。施工予定位置や進捗状況を三次元モデルで表示するほか、施工の影響による構造物の変位量・変位方向もリアルタイムで表示する（図2）。

2. 採用の効果

地下鉄営業線の地下躯体に隣接して高圧噴射攪拌工法を施工する際に、地下躯体の中で監視業務を行う際に使用した。これまで図面と照らし合わせて頭の中で考えていたおおよその施工位置が視覚的にはっきりとわかるようになったため、監視すべき位置が明確化され適切な位置に注意を払って監視業務を行えるようになった。また、今まで1mおきにしかわからなかった施工進捗がリアルタイムにわかるため、地上と地下でより緊密な連携を取って監視業務が行えるようになった。さらに、沈下計が示す鉛直

変位量が、管理基準値に対してどれほど許容量があるのか、管理基準値を超えそうな危険な場所はどこなのか、などが画面を見ただけでわかるようになった。

3. 課題

10ルクス以下の暗所で使用する場合は表示位置精度が落ちることや、10Mbps以上の通信回線がないとリアルタイムなデータを表示することができないなど、使用環境を整える必要がある。また、現状で可視化できている情報は施工位置・進捗と鉛直変位量だけであるため、偏心量や傾きなども可視化しより高度な施工管理ができるようにする。



図1. データの取得から可視化までの流れ

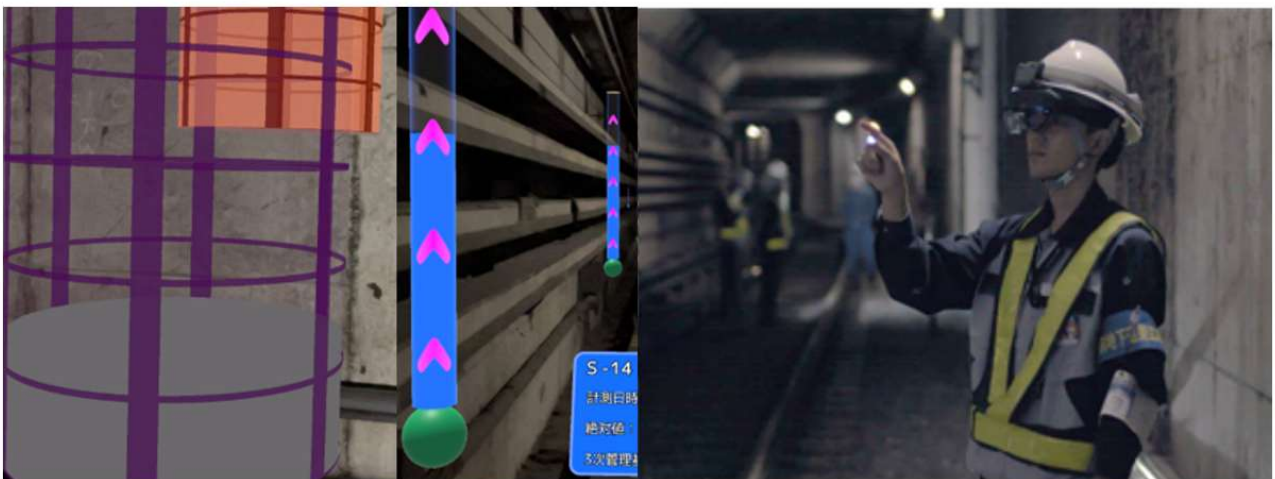


図2. 地盤改良の改良体の造成状況（円柱）と隆起量の表示（矢印）が見えている様子（写真左）それを現場で見ている様子（写真右）

【本技術に関する問合せ先】

株式会社奥村組 ICT 統括センター イノベーション部

TEL : 050-3828-0270

E-mail : ict@okumuragumi.jp

5次元施工シミュレーションシステム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3次元モデル・工程情報・積算情報を一元管理

1. 事例概要

建設工事では、さまざまな条件により施工計画の変更が発生し、その都度、工程やコストなどの見直しが必要となるが、構造物の3次元モデル（設計図）、工程情報、積算情報はそれぞれ異なるシステムで管理されることが多く、施工計画の変更に伴う各情報への反映には時間を要していた。

そこで、3次元モデルと工程情報（時間軸）およびコスト情報（積算情報）を連携した「5次元施工シミュレーションシステム」を開発し、鉄道高架工事において適用し、金額の異なる年度ごとの発注金額に対して、システム内で施工するブロックを設定することで、出来高金額と合わせて施工手順のシミュレーションを実施した。

【機器・技術のスペック】

本システムは、パスコの3次元データ統合ソフト『PADMS』をベースとし、ビーイングの工程管理ソフト『BeingProject-CCPM』および土木工事積算ソフトの『Gaia10』を連携させたものである。

個別ソフトから出力される積算情報・工程情報・構造物の3次元モデルをIDで関連付けることにより各情報を一元化し、工程情報（時間軸）と連動させる。また、変更となった工程情報を修正することで、工程管理ソフトに修正情報がフィードバックできる（図-1）。

シミュレーション機能を搭載しており、工事の進捗状況とコスト情報を一つの画面上に表示する。シミュレーション時は3次元モデルを型枠工・鉄筋工・コンクリート工などの工種ごとに色分けしており、工程



図-1 システム概要図

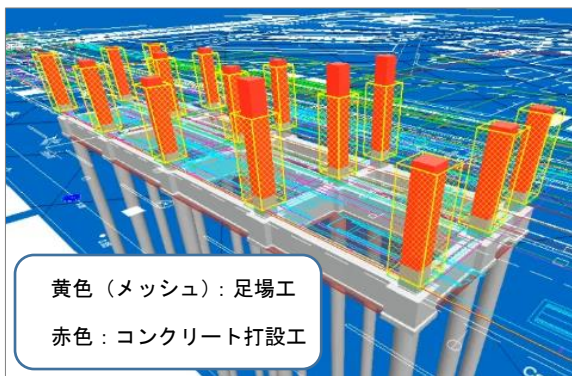
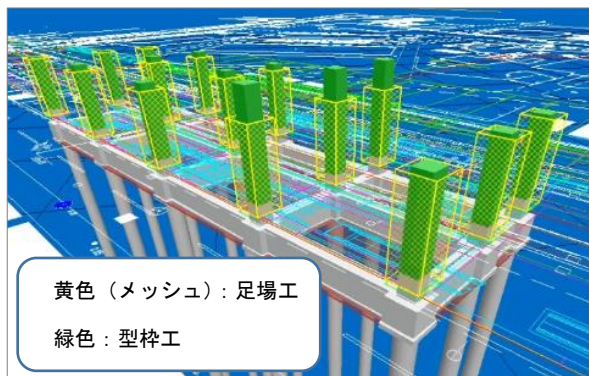


図-2 モデル表示

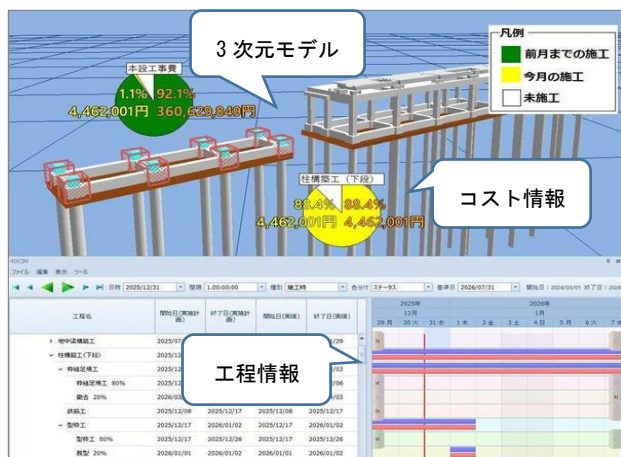


図-3 システム画面



図-4 出来高帳票

の進捗を可視化する。足場や型枠支保工などの仮設部材の範囲および高さをシステム内で簡易的に作成・表示できる（図-2）。

シミュレーション結果として、入力した工程情報とコスト情報をもとに、工事全体及び指定月における施工完了部分のコスト情報（出来高金額）を円グラフで表示する（図-3）。また、当初計画と実績の進捗率もグラフ化されるため、予実管理や差異分析が実施できる。さらに、Excel 書式で出来高帳票の出力も可能である（図-4）。

2. 採用の効果

3次元モデルと連携された工程管理ソフトおよび積算ソフトのデータにより、個別に管理していた3次元モデル・工程情報・コスト情報を一つの画面で統合管理することができ、工事の全体像を一元的に把握できる。シミュレーション後、施工計画を変更しても、各データ間のID連携は保たれるため、簡単な操作で繰り返しシミュレーションを実施することができ、施工計画の変更に柔軟に対応することができる。

3. 課題

鉄道高架のような長期に及ぶ工事では年度ごとの予算により、最適な施工範囲の検討やコスト情報を考慮した施工手順の計画が必要である。

【本技術に関する問合せ先】

株式会社奥村組 ICT 統括センター イノベーション部

TEL : 050-3828-0270

E-mail : ict@okumuragumi.jp

<https://www.okumuragumi.co.jp/newsrelease/2022/-35.html>

パラメトリックツール活用による業務の自動化

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

「山岳トンネル CIM モデル自動作成システム」による業務の自動化

1. 事例概要

BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) の導入が進む中で、3次元モデル作成業務の負担が増しており、その対策が求められている。しかしながら、従来の2次元図面の作成に比べて、3次元モデル作成には専門的な知識とスキルを要するが、そのスキル習得には時間がかかる。

そこで、トンネル線形・断面図・支保工・ロックボルトやフォアパイリング等の付帯工（あらかじめ準備した付帯工の2次元図面をメニューから選択）の情報を取り込むことで、山岳トンネル CIM モデルを自動で作成することができる「山岳トンネル CIM モデル自動作成システム」を開発した。

【機器・技術のスペック】

パラメトリックツールを用いたシステム構築において、McNeel 社の Rhinoceros および Grasshopper を活用した（図-1）。Grasshopper は Rhinoceros 上で動作するビジュアルプログラミング言語であり、複雑なモデリング作業の自動化が可能である。

今回構築した「山岳トンネル CIM モデル自動作成システム」は、操作手順およびパラメータの入力・変更方法の明確化を図り、ユーザーにとって直感的で分かりやすいインターフェースを実装した。

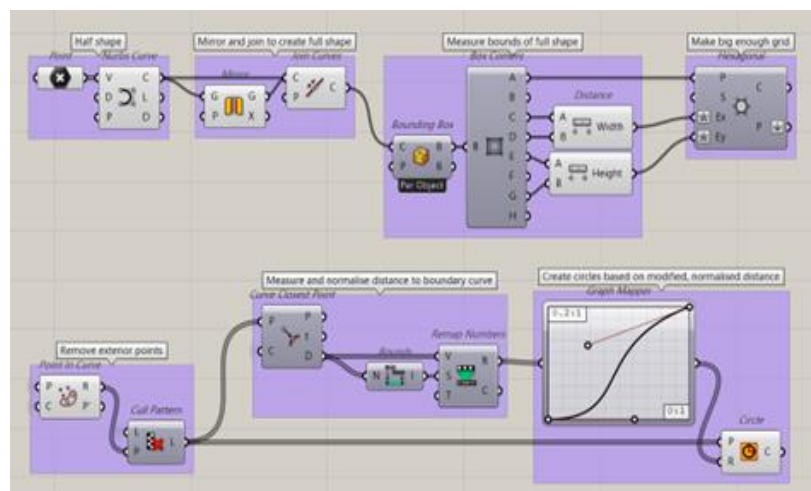


図-1 プログラム例

山岳トンネル CIM モデル作成の手順を以下に示す。

本システムを起動し、メニューから断面図を読み込む。複数のパターンの断面図を、レイヤごとに自動的に取り込む機能を追加することで、2次元図面のデータをそのまま利用することができる(図-2)。

トンネル線形の測点および座標 (X、Y、Z) と断面パターンを記載したデータを読み込む(図-3)。

設定した断面図および線形データを基に、トンネル躯体モデルを生成する(図-4)。



図-2 断面図設定



図-3 線形作成

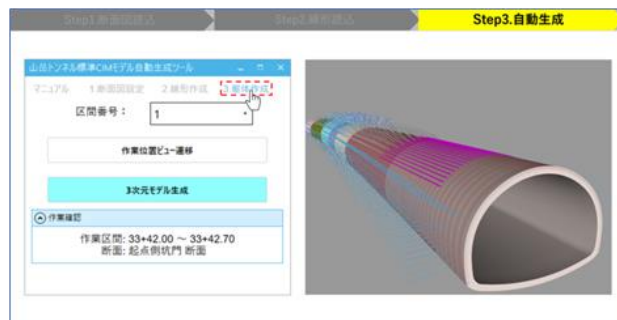


図-4 躯体作成

2. 採用の効果

「山岳トンネル CIM モデル自動作成システム」は、利用者にとって直感的かつ使いやすいインターフェースを実装しているため、パラメトリックツールの専門知識がなくても利用が可能である。これにより、幅広い利用者が高度なパラメトリックツールを活用できるようになった。

従来の山岳トンネル CIM モデル作成は、2次元図面をベースに手作業でトンネル断面や形状を確認しながら行っていた。開発した「山岳トンネル CIM モデル自動作成システム」を利用することで、これまで約5日かかっていたモデリング作業時間が、約0.5日に短縮できた。

さらに、これまで使用していた2次元図面と3次元モデルがシームレスに連携するようになり、手動での調整や更新作業が不要になった。

3. 課題

本システムは山岳トンネル工事に特化したシステムである。将来的には橋梁など他の工種にも対応する予定である。さらに、BIM/CIM モデルを建設生産プロセス全体で活用するためには、属性情報の活用が不可欠である。手間のかかる BIM/CIM モデルへの属性情報の付与をパラメトリックツールの活用により自動化し、情報を集約・一元管理できるシステムの構築を検討する。

【本技術に関する問合せ先】

株式会社奥村組 ICT 統括センター イノベーション部

TEL : 050-3828-0270

E-mail : ict@okumuragumi.jp

4次元モデルとWEBカメラの組み合わせによる施工管理の効率化

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

リアルとデジタルの融合を実現するプラットフォーム SiteDiver[®]

1. 事例概要

本技術は、4次元モデル（3次元モデルに時間軸の情報を追加したモデル）とカメラ映像を連動させることで、デジタル空間上に再現された建設現場（デジタルツイン）と現実空間の映像を融合し、施工管理の効率を向上するWEBアプリケーション・プラットフォームである（図1）。現場ライブ映像の他、プラットフォーム内に自動的にWEBカメラの映像を蓄積するため、遠隔地においても4次元モデルと合わせて、現場の計画・現在の状況・過去の履歴に関する情報を共有でき、現場巡視といった業務を効率的に実施できる。

【機器・技術のスペック】

本システムの特徴は以下のとおりである。

①WEBブラウザ上での操作・閲覧機能

すべての操作をWEBブラウザ上で行えるため、高機能PCや特別なソフトウェアが不要であり、インターネット環境が整っていれば、事務所などの遠隔地からも現場の進行状況を反映した4次元モデルを確認できる。

②4次元シミュレーション機能

4次元モデル内の任意の場所に、あらかじめシステムに登録した重機や安全設備などの3次元モデルを配置することで、施工ステップに応じたシミュレーションを容易に行える（図2）。

③過去映像記録機能

過去の4次元モデルとWEBカメラ映像をシステム上で閲覧可能である。クラウドストレージの容量を削減するため、WEBカメラの映像は一定期間経過後、自動的にタイムラプス動画に変換する。



図1 カメラ映像と4次元モデルの連動イメージ



図2 シミュレーション機能

2. 採用の効果

クラウド上のプラットフォームの活用により、現場巡視業務（安全設備の設置状況や出来形などの確認）に必要な情報を事務所にいながら確認できる。そのため、現場の巡視に向かうタイミングや現場での確認事項を事前に把握でき、巡視にかかる時間を短縮できる。本システムに活用により、現場管理を行う職員（特に若手職員）の業務の多くを占める現場巡視時間について、1時間程度の削減が見込まれる。

3. 課題

建設現場の規模によっては、定点カメラのみでは現場全体を把握することが困難な場合もある。そのため自動飛行 UAV 等、広範囲の映像を取得可能な手法と連携するなど大規模な現場全体を把握する方法の構築が課題である。

【本技術の導入に関する問合せ先】

株式会社D T S インサイト

TEL : 03-6756-9405

E-mail : info.constructiondx@dts-insight.co.jp

<https://www.dts-insight.co.jp/sp/sitediver/>

コンクリート締固め AR 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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

コンクリートの品質向上に向けた AR 管理システムの活用

1. 事例概要

コンクリートの打込み作業は構造物の品質を確保する上で重要な作業であるが、その品質は締固め作業者の技量に左右され、かつ、締固め施工は締固めの間隔や時間を打込み管理者が管理し、締固め不良の発生を抑制する必要がある。しかしながら、従来の施工管理では締固め位置や締固め時間等の締固めに関する施工記録は無いに等しく、挿入位置や時間を把握し記録することはなかった。これは、連続作業となる締固め作業中に測定および管理行為が合理的ではないためである。そこで、締固め施工の作業効率の向上や締固め不足に起因した欠陥の発生の抑制を目的に、締固め位置や時間等の施工情報を記録し、施工記録を AR (拡張現実: Augmented Reality) で視認できるコンクリート締固め AR 管理システム (以下、締固め AR 管理システム) を開発した。

本技術は、国土交通省中国地方整備局主催「令和 5 年度 中国インフラ DX 表彰」を受賞している。

【機器・技術のスペック】

締固め AR 管理システムは、①モーションセンサー内蔵のスマートフォン (以下、スマホ)、②バイブレーターにスマホを装着でき振動を制振する治具、③バイブレターの駆動電流を測定するマイコンコンピュータ (以下、マイコン)、④スマホやマイコンの記録情報を統合管理するパソコン (以下、管理 PC)、⑤施工グリッドを構築する QR コード、⑥コンクリートを感知して駆動するバイブレーターおよび⑦ローカルネットワークを構築する Wi-Fi ルーターで構成される (図 1)。バイブレターの自己位置はスマホにより計測され、スマホの座標が設定

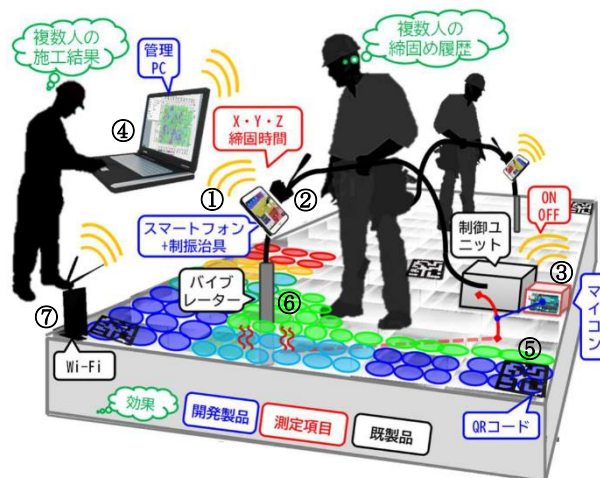


図 1 締固め AR 管理システム

コンクリート高さよりも低く、駆動電流を検知すれば貫入時であると判断する。管理 PC では、図面・画像・モデル、デジタル施工マップ、スマホ位置・軌跡、締固め位置・時間、バイブレターの駆動状

態を統合・表示し、帳票出力が可能である。スマホ画面では管理 PC から送信された締固め情報が AR で表示され、締固め作業位置・時間が可視化される。



写真1 打ち込み管理者

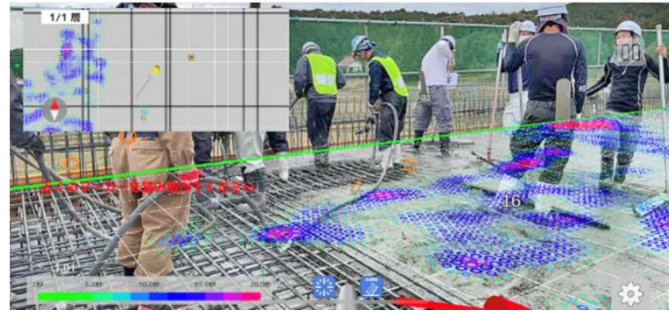


図2 打ち込み管理者スマホ画面

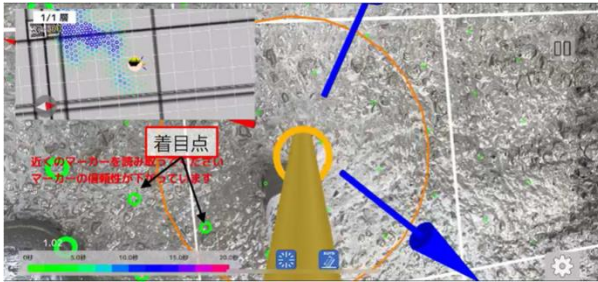


図3 締固め施工者スマホ画面 (締固め前)



図4 締固め施工者スマホ画面 (締固め後)

打ち込み管理者は、スマホを携帯し締固め AR 管理システムを通じて締固め情報を管理する (写真1)。打ち込み管理者のスマホ画面は、格子状のデジタル施工マップが重畳され、施工対象の区分けが明瞭になっており、締固め情報は締固め時間に応じた配色でプロットすることにより、締固め位置や締固め時間が可視化されるため、締固め不足箇所や長く締固めした箇所に対してリアルタイムで対処を施すことが可能である (図2)。締固め施工者のスマホ画面について、締固め前と締固め後を示す (図3・図4)。締固め情報は、10cm 間隔の丸印として表現し、バイブレーター位置を中心に円形で締固め情報をプロットする。施工前後の比較より、施工後に締固め情報が更新されていること、両図中に示した同箇所の着目点で既に施工されていた締固め情報が更新 (色や大きさが変化) されていることが確認できる。

2. 採用の効果

- ・複数人の締固め情報が AR により可視化され、また振動の過不足を数値評価できるため、施工不良発生リスクに応じた対応がリアルタイムに可能。
- ・管理 PC では締固め情報をはじめ、バイブレーター先端位置の軌跡など、品質管理に有益な情報を記録し保存することも可能。
- ・管理 PC には記録として、施工日、施工時間、工事名、施工会社名、施工箇所、施工工区、打ち込み層、管理実務者氏名、天気・気温、コンクリート配合、その他コメントを記入できるため、維持管理上でコンクリートの施工に起因した品質を評価する際に必要な情報を閲覧することが可能。

3. 課題

- ・バイブレーターの種別・本数、最適な締固め時間の設定。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社 イクス ビジネスディベロップメント部門 森広英和

TEL : 044-589-1500

E-mail : hidekazu.morihiro@ixs.co.jp

「死角ゼロ」橋梁上部工のリアルタイム現場マネジメント

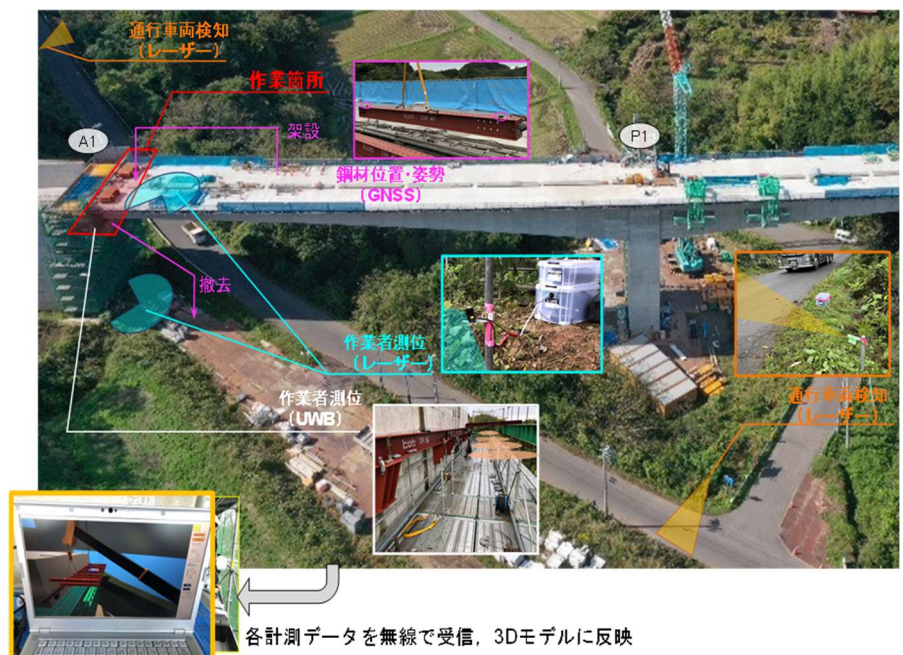
取り組み事例分類	3D 測量		UAV		BIM/CIM		VR・AR・MR	
	自動・自律		ICT 建機		ロボット		GNSS	
	遠隔臨場		情報共有システム		書類・掲示の電子化		AI	
	その他（位置測位システム）		その他（レーザーセンサ）					
適用施工プロセス	測量		設計		施工		維持管理	
	その他（教育）		その他（事務業務）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

複数位置測位技術（GNSS/UWB/レーザー）を統合した、死角なき「リアルタイム現場俯瞰管理システム」の構築

1. 事例概要

秋田県にかほ市の川袋小川橋工事では、支保工の組立・解体時に仮設材や主桁によって死角が生じ、吊荷や作業員の位置の把握が困難という課題があった。また、現場が市道に近接しており、第三者への安全配慮も不可欠であった。

この課題に対し、GNSS、UWB、レーザーセンサを組み合わせた位置測位システムを導入。部材の姿勢や作業員の動き、周辺車両の接近をリアルタイムで3次元モデルに同期させ、現場全体の動きをPCやタブレット上で俯瞰的に管理できる「リアルタイム現場俯瞰管理システム」を構築した。この取り組みにより、死角を解消して無事故・無災害で工事を完了。さらに、従来は目視に頼っていた安全管理をデジタル化したことで、安全管理職員等の延べ人数を15人日から9人日へと約4割削減し、安全性と生産性の向上を同時に実現した。



各計測データを無線で受信，3Dモデルに反映

【機器・技術のスペック】

本システムは、3種類の測位・検知技術を統合し、インターネット回線を通じて現場情報をデジタルツインとして共有する構成となっている。

図1 リアルタイム現場俯瞰管理システム概要

① 架設鋼材の位置・姿勢管理 (RTK-GNSS) 図 2 参照

使用機器: GNSS 受信機およびアンテナ

スペック: 鋼材の両端にアンテナを設置し、RTK (リアルタイムキネマティック) 測位により、架設中の鋼材の位置と向きを高精度に計測

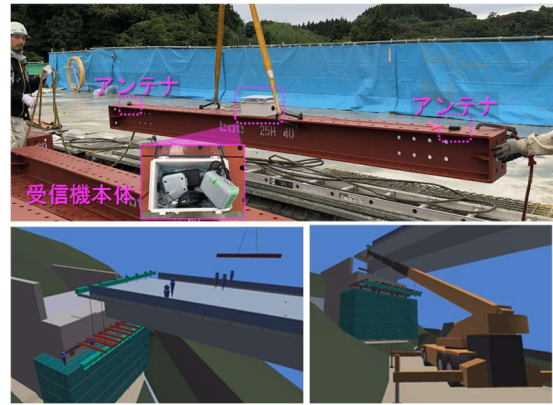


図 2 GNSS 測位機材 (上) 鋼材仮設時 3Dモデル (下)

② 作業者の動態管理 (UWB) 図 3 参照

使用機器: UWB タグ (計測タグ)、UWB 受信機

スペック: 超広帯域無線 (Ultra Wide Band) を利用。作業者が装着したタグと現場内の受信機間で通信し、死角や障害物の多い環境下でも数センチ～数十センチ精度の位置測位を実現



図 3 UWB タグ (左) 作業者測位 3Dモデル (右)

③ 周辺監視・接近検知 (レーザーセンサー) 図 4・5 参照

使用機器: レーザーセンサ、回転灯

スペック: 2次元または3次元のレーザースキャンにより、歩行者や車両を非接触で検知。検知データはリアルタイムに 3D モデルへ反映され、現場内の回転灯と連動して注意喚起を行う

④ 3次元統合モデル・情報共有

ソフトウェア: 3次元統合管理システム (各計測データを無線で集約し、リアルタイムに 3D モデルを動作させるプラットフォーム)

通信環境: インターネット回線を使用し、PC やタブレット端末で複数拠点 (現場、事務所、本社、発注者) からの同時アクセス・俯瞰管理が可能



図 4 危険箇所接近時 3Dモデル (左) レーザーセンサ (右)



図 5 レーザーセンサ (左) 車両検知時 3Dモデル (中) 車両検知回転灯 (右)

2. 採用の効果

安全管理人員の削減 (4 割減): 従来、目視による接触監視や誘導のために、交通誘導員および安全管理職員を延べ 15 人日 (5 人×3 日) 配置していたが、本システムの導入により延べ 9 人日 (3 人×3 日) に削減された。これにより、安全管理業務において 40%の省人化を実現した。

安全管理の平準化と高度化: 管理者の熟練度に関わらず、3次元モデルを通じて全員が同じ情報を共有・判断できるようになった。特に、主桁や仮設材の死角となる場所の吊荷や作業者の動きを俯瞰的に把握でき、接触リスクを大幅に低減した。

3. 課題

初期設置・キャリブレーションの工数負担: GNSS アンテナ、UWB 受信機、レーザーセンサ等の多種多様なデバイスを現場内に設置し、3D モデル座標と一致させるための初期設定に時間を要した。施工開始時の準備作業を効率化する仕組みが必要である。

濁水処理装置に最適な薬品量を自動添加するシステム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

薬品添加に係る管理業務時間を約 90%、薬品添加量を約 75%削減

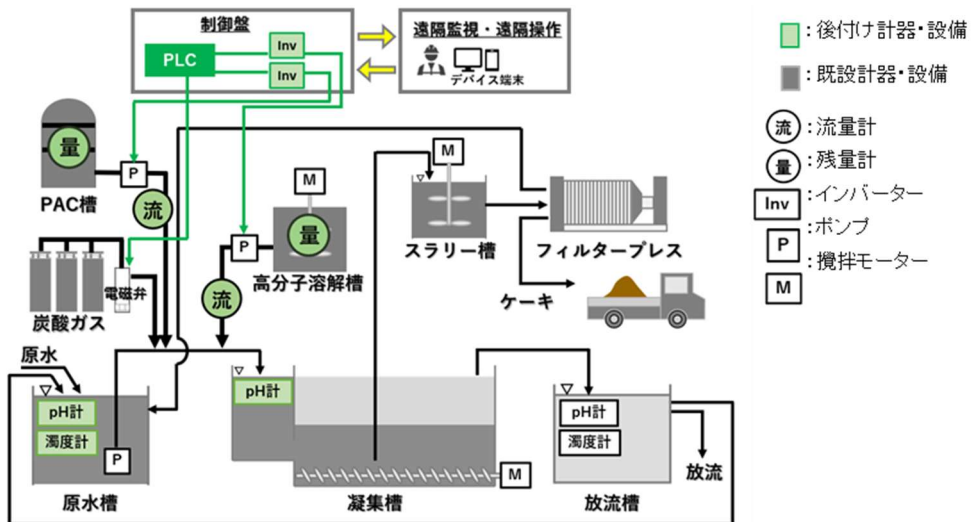
1. 事例概要

建設現場の排水処理に用いる濁水処理装置で、最適な薬品量を自動で添加するシステムである。

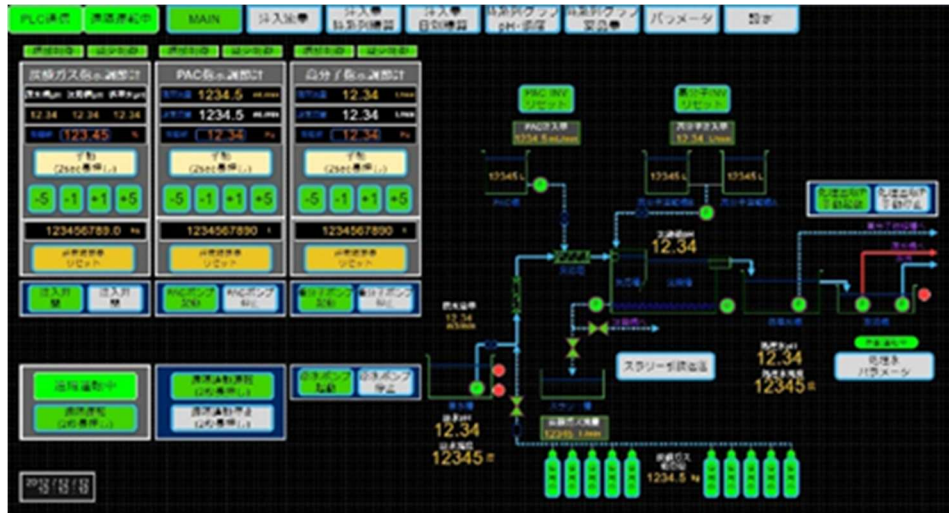
【鹿島建設 HP : <https://www.kajima.co.jp/news/press/202601/26c1-j.htm> 】

【機器・技術のスペック】

本システムは、中小規模の濁水処理装置の薬品添加に係る管理業務を自動化するもので、最適な薬品量の自動添加と、モニタリング・アラートの 2 つの機能で構成されている。薬品の流量を測定する流量計、薬品の残量を確認する残量計、原水の性状を測定する pH 計および濁度計、PLC とインバーターを内蔵した制御盤を、既存の濁水処理装置に後付けする仕様である。pH 計および濁度計の測定結果を受けて、PLC により各ポンプの起動・停止や流量制御を行い、薬品添加量を調整する。本システムは、メーカーを問わず、どの濁水処理装置にも適用可能である。



リターン
本システムの概要図



本システムの管理画面イメージ

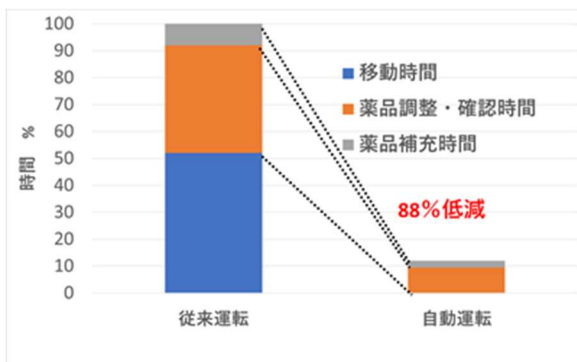
パソコンやスマートフォン、タブレットで濁水処理装置の稼働状況や処理水の性状変化などを遠隔監視可能である。処理水の pH・濁度の異常時や各薬品の残量低下時などには、本システム利用者にはアラートメールが自動的に配信され、現場社員は現場に赴くことなく、アラートの内容を管理画面で確認し、薬品添加量の調整などを遠隔で操作可能である。

2. 採用の効果

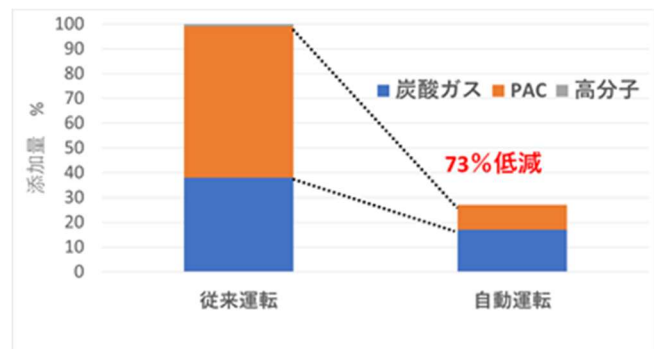
これまで4現場で本システムを順次試験導入した結果、従来と比較し、薬品添加に係る現場社員の管理業務時間を88%、薬品添加量を73%低減できることを確認した。

本システムの導入により、濁水処理装置の稼働状況や処理水の性状変化の確認、薬品添加量の調整などのために、現場に赴く必要がなくなったことが、管理業務時間の大幅な低減につながった。

また、夜間や休日など現場が稼働していない時間帯においても、湧水などが現場に流れ込むため、排水処理が発生する。本来、湧水などは薬品添加が不要な性状であることがほとんどだが、現場が稼働していない時でも、あらかじめ設定した一定量の薬品を添加し続けることが多くあった。これに対し、本システムの導入により、原水の性状に応じた適正量での薬品添加が可能となり、環境負荷低減に寄与した。



管理業務時間の比較



薬品添加量の比較

3. 課題

今後、大規模な濁水処理装置への適用を目指し、検証を進めていく。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の問合せ先】 株式会社アクティオ

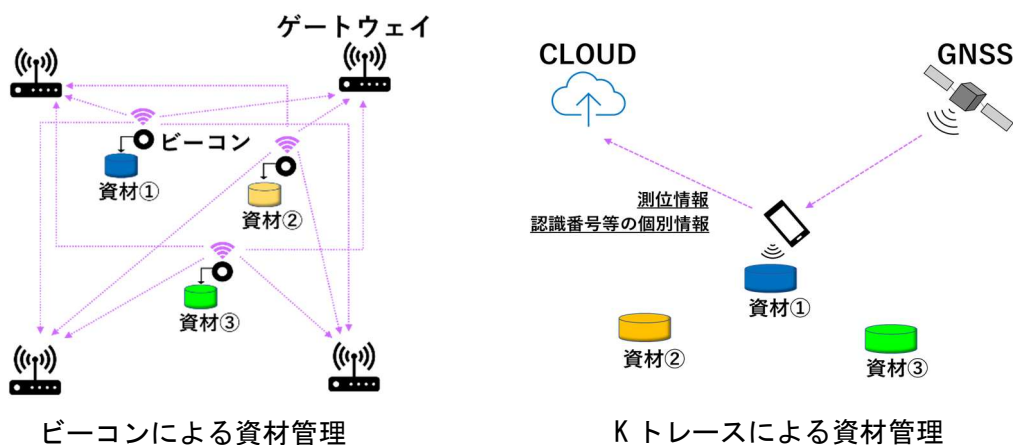
[アクティオの建機レンタルに関するお問い合わせ、お見積もり・新規お取引のご依頼](#)

WEB アプリ (K トレース) を用いた資機材のトレーサビリティ管理

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

建設現場では、大量の資材を仮置き場で保管し、これを適宜、抽出し使用する場面がある。その際、類似した資材や寸法が異なる資材が多数存在する、また、資材を置く順番と使用する順番が異なる等、使用資材の選定間違いが発生し易い。この問題を解消するために、各資材にビーコン等の電波発信装置を取り付け、資材ヤードや施工箇所をゲートウェイで包囲することで各資材の位置情報を高精度かつリアルタイムに取得する資材管理システムがすでに実用化されている。しかし、ビーコンやゲートウェイ等の機器の屋外使用における耐久性(防水、防塵、温度等)や継続的な電源供給の面から数年にわたる屋外の資材管理への適用は設備機器の原理上、困難であり、また、広大な範囲を対象とした際、大量のゲートウェイが必要となることから設置と維持管理に要する費用が大きくなることが課題であった。そこで、大量かつ大型の資材を屋外で仮置きし、長期的に管理することを想定した「K トレース®」を開発した。K トレースは、資材の個別情報 (認識番号、寸法、写真等) をクラウドサーバに登録し、GNSS(衛星を用いた測位システム) で取得した資材の位置情報と紐付けることで、大量資材のトレーサビリティを管理するシステムである。



【機器・技術のスペック】

KトレースはWEBアプリであり、特定の機器や事前のインストール等は不要であり、インターネット接続環境であれば、スマートフォン、タブレット端末から使用が可能である。



Kトレース操作画面(スマートフォン)

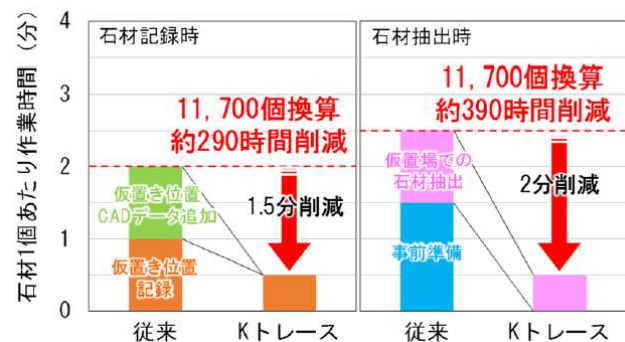


使用機器

2. 採用の効果

Kトレースを使用することで資材毎の個別情報(諸元、認識番号、写真等)とGNSSで測位した位置情報を紐づけて管理することが可能となり、資材の搬入記録の作成、仮置きした多数の資材からの搬出資材の特定・抽出に要する時間を大幅に削減することができる。また、資材搬入・搬出時の記録が自動化されることから人為的な過誤が根絶されることに加えて、管理帳票の作成もクラウドサーバ内で自動化することが可能となり、資材管理のDX化、事務作業の効率化に貢献できる。

丸亀城石垣復旧工事では、解体して仮置きした石材を記録する際に1個あたり約1.5分削減し、また、全体で11,700個ある石材から特定の石材を抽出する際には約2分の作業時間を削減できることを確認した。この効果を石材全体の11,700個に適用した場合、石材記録時に約290時間の作業時間短縮ができたと評価できる。また、石垣復旧における材抽出時には約390時間の業務時間削減が見込まれている。



Kトレースによる作業時間短縮効果

3. 課題

Kトレースで記録されたデータはすべてクラウドサーバ内に自動保存される。現状、これらのデータを適宜、各端末にダウンロードして使用しているが、将来的にはRPAによる処理等を追加することで、資材リストや管理帳票を自動的に作成することで現場作業に伴う事後処理についても効率化・合理化を目指している。

< https://www.kajima.co.jp/tech/c_movies/index.html#21_sglb_1 >

点検システム：e-Tenken[®]

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

スマホのカメラで機械に張り付けた QR コードを読み取り点検を行う点検管理システム「e-Tenken[®]」は、確実な点検の実施および結果の確認によって点検不備に起因する死亡災害等の重大災害の撲滅を図ること、システムによる業務効率化を図ること、機械管理レベルの向上を図ることを目的として開発されたシステムである。現在では施工現場でのニーズを取り込み、機械点検以外の多種多様な点検や災害事例の教育用ツールなど、種々の機能を追加し利便性を向上させている。

点検のフローを図 1 に示す。使用する端末は、すでに技能者や職員が利用しているスマホ (iphone、アンドロイド)、タブレット、PC で使用可能である。従来の点検表では✓や×の記号を記録しましたが、写真や動画も点検記録として取り扱うことができ詳細な状況を記録できる。



①QRコード読取



②点検ポイントを確認



③結果入力

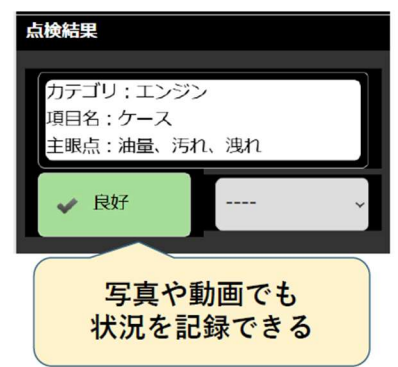


図 1 作業開始前点検のフロー

2. 採用の効果

主な効果は下記の2点である。

安全性向上	形骸化や未点検の防止、点検結果確認の多重化 該当機械の災害事例を作業前に伝達
労働時間短縮	点検用紙配布改修、帳票作成、回覧時間の短縮

QRコード読み取りにより点検開始となる現地での点検が必須となっており、点検結果はリアルタイムにどこからでも確認できるため、管理者による確認が容易になっている。さらに重要な機械に対しては未点検の状態での運転を警報や防止する機能を有している。使用機械に関連する災害事例を作業開始前に伝達する機能を有し、最も必要とされるタイミングでの注意喚起を実現している。

従来の書類回覧方式に比較し、電子化することで作業開始前点検にかかる時間を87%削減(図2)している。

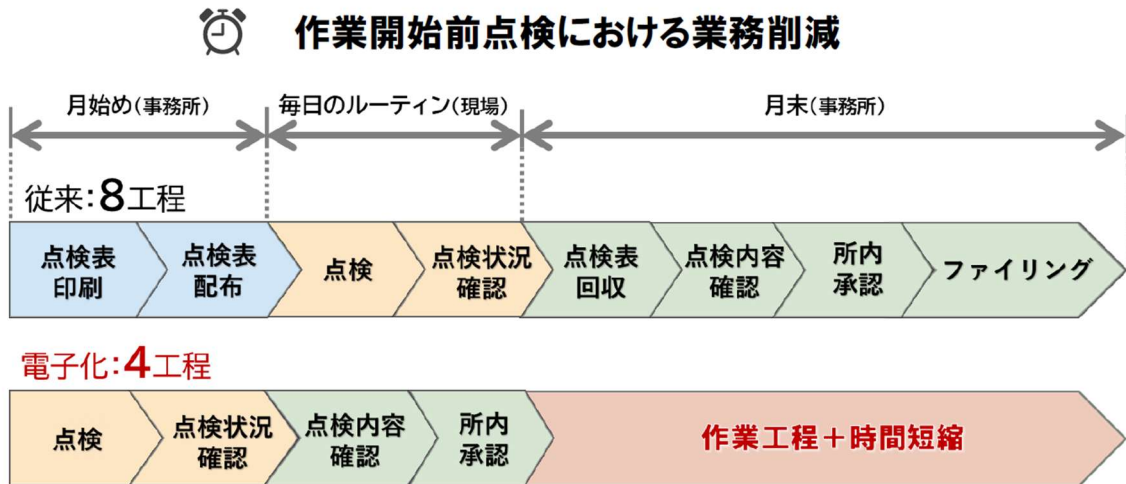


図2 作業開始前点検における業務削減効果

3. 課題

現在は100現場以上へ導入をしているが、新規受注工事への普及展開、導入済工事での新規入場協力会社への使用方法の教育展開、新たな施工現場でのニーズに対応した機能追加や操作性などの利便性の向上を課題である。

4. 他社への提供が可能な技術

無し

鉄筋工事の生産性向上を実現する「配筋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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

データ連携でサプライチェーンを効率化

1. 事例概要

配筋 DX とは、配筋 3 次元モデルを活用し、①鉄筋帳票類の自動作成による省人化、②鉄筋加工場とのデータ連携によるヒューマンエラーの防止によって鉄筋工事全体の生産性を向上させる、誰もが利用可能な取り組みである。以下の 3 ステップで進める (図 1)。

■STEP 1 (配筋 3 次元モデル作成)

2 次元配筋図 (発注図) を基に、配筋 3 次元モデルを作成する。この際、単に発注図通りにモデル化するのではなく、鉄筋同士の干渉を回避し、工事受注者の施工計画や鉄筋組立会社のノウハウを反映して、現場組立と同じ加工形状でモデルを仕上げる。

■STEP 2 (鉄筋帳票類の自動作成・出力)

配筋 3 次元モデルから出力した鉄筋加工データ BVBS^{※1} を鉄筋加工場の運用管理システム^{※2}へ入力し、鉄筋数量表・加工帳・絵符^{※3}などの鉄筋帳票類を自動作成・出力する。

■STEP 3 (鉄筋自動曲げ加工)

BVBS や 2 次元コードを使用し、鉄筋の自動曲げ加工を行う。



図 1 配筋 DX の 3 ステップ

[令和 7 年度 インフラ DX 大賞 優秀賞受賞]

各 STEP で参画する関係者の役割と実施可能事項を示す（図 2）。

【機器・技術のスペック】

- 配筋 3 次元モデルの作成には、モデリングソフトウェア「Revit」（Autodesk 社）を使用し、BVBS を出力可能なアドインソフトウェアを実装する。
- 鉄筋加工場の運用管理システムと鉄筋の自動曲げ加工機は、BVBS を取り込む機能を必要とする。

関係者 STEP	工事受注者	モデリング 会社	鉄筋組立 会社	鉄筋加工場	実施可能事項
STEP 1 配筋 3 次元モデル作成	施工計画立案	モデリング BVBS出力	加工帳作成時のノウハウ提供		鉄筋干渉チェック 鉄筋数量把握 任意2D配筋図作成
STEP 2 鉄筋帳票類の自動作成・出力			現場納入日等の情報を BVBSへ付与	BVBS入力 帳票類出力 鉄筋加工管理	帳票類自動出力 加工帳作成業務省略 ヒューマンエラー防止
STEP 3 鉄筋の自動曲げ加工				鉄筋の自動曲げ加工	鉄筋の自動曲げ加工

図 2 各 STEP の関係者の役割と実施可能事項

2. 採用の効果

① 省人化とヒューマンエラー防止

配筋 DX は、鉄筋加工帳の作成業務を省略できる点と、鉄筋加工場で BVBS を取り込むことで帳票類入力作業を省略できる点において省人化を実現する。また、可視化された配筋 3 次元モデルを活用し、関係者間で密なコミュニケーションを図ることで、ヒューマンエラーの防止に寄与する。

② 鉄筋数量の正確な把握

Revit を用いて、鉄筋 1 本 1 本に属性情報を付与することで、鉄筋形状に忠実な数量算出が可能となる。特に、発注図に標準鉄筋図や柱・梁・壁リストしかない場合に、大きな効果を発揮する。また、正確な数量算出により、ロスを最小限に抑えた効率的な材料調達が可能となる。

③ 歩掛向上と工程遅延防止

配筋 3 次元モデルによる可視化により、施工性を考慮した鉄筋加工形状を容易に検討できるほか、工事受注者と鉄筋組立会社が鉄筋組み立て前に課題を共有し、解決を図ることで、歩掛の向上および工程遅延防止が実現する。

④ 現場での組立ミスの防止

配筋 3 次元モデルをタブレット端末で施工現場に持ち込むことで、2 次元図面では表現できない組立手順や鉄筋番号、形状、本数などの正確な属性情報をリアルタイムで確認することが可能となり、組立ミス防止に寄与する。

3. 課題

BVBS を取り込む機能を備えた鉄筋自動曲げ加工機の普及が遅れている点。

- ※1 BVBS : Bundesvereinigung Bausoftware。鉄筋の加工機業界で世界標準かつオープンなデータフォーマット
- ※2 鉄筋加工場の管理システム : 鉄筋の荷受け、保管、加工、出荷、伝票整理、トレーサビリティ等を管理するシステム
- ※3 絵符 : 鉄筋工事のトレーサビリティ管理（荷受け、保管、加工、出荷、伝票管理）のために鉄筋現物に添付する荷札

橋梁の損傷・健全度診断を支援する Web システム「BMStar®_AI」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

BMStar®_AI は、維持管理事業を取り巻く社会課題である点検技術者の担い手不足を補い、技術力アップに資することを目指し、また、経験値や技量によるばらつきがない正確な診断を可能とし点検精度の向上を目的として青森県と共同開発した技術である。橋梁の定期点検において、損傷箇所の画像を AI が識別することにより、損傷範囲の検出と区分評価および健全度の診断を支援する Web システムである。

AI 開発にあたっては、学習用データとモデル構築が重要である。青森県では 2006 年から橋梁維持管理事業においてアセットマネジメントを推進するために、これを支援するシステムとして橋梁アセットマネジメント支援システム BMStar を運用してきた。BMStar には、熟練点検技術者による橋梁点検データが蓄積されており、これを教師データとして BMStar®_AI を開発した。

【機器・技術のスペック】

橋梁定期点検において、現地でスマートフォンやタブレットで BMStar®_AI を開き、損傷箇所を撮影すると、診断結果が表示される。Web システムのため、機器の制約はなく、インターネットに接続可能であれば利用できる。本システムの剥離・鉄筋露出および漏水・遊離石灰の検出と区分評価は国土交通省の「橋梁定期点検要領（令和 6 年 7 月）」、健全度診断は青森県の評価基準に基づいて行われる。

【診断の流れ】

■コンクリート橋の場合

撮影画像から AI がひびわれ、剥離・鉄筋露出および漏水・遊離石灰の損傷を検出・区分評価し、健全度診断の結果を即座に表示する。

■鋼橋の場合

損傷箇所の画像からダイレクトに健全度診断を行い、結果を表示する。



BMStar®_AI による健全度診断の流れ

また、カメラ等で撮影した複数枚の画像を一括で読み込み、診断することも可能であり、多様な業務の進め方に対応できる。



一括診断

診断履歴

2. 採用の効果

- ・ 損傷範囲を面積割合で検出するので点検結果の根拠として利用
- ・ 若手技術者の診断能力の育成・人為的ミスの防止
- ・ 健全度評価の妥当性確認に利用することで点検精度向上

3. 課題

将来的に AI 診断を点検結果としてデータ登録するしくみを構築し、点検業務の効率化につなげる。

4. 他社への提供が可能な技術

BMStar®_AI の機能のうち剥離・鉄筋露出および漏水・遊離石灰の検出・区分評価機能については、国土交通省の点検要領に基づいているため、全国のコンクリート橋の定期点検に適用可能でありサービス提供している。

【本技術の問合せ先】

リテックエンジニアリング株式会社

TEL : 03-6229-6851

E-mail : bmstar_ai@retec.co.jp

[NEWS&TOPICS | リテックエンジニアリング株式会社](#)

UAV空撮を利用したひび割れ画像解析技術

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

高層構造物においてドローンにて空撮し、ひび割れを AI で自動検出

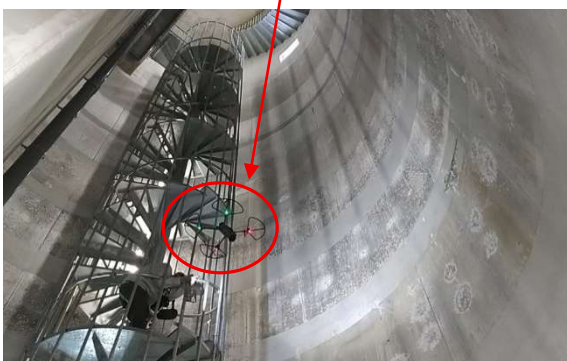
1. 事例概要

水道施設等再構築事業改修工事において劣化部分のひび割れ調査を行った。本技術を採用して調査した建物は内空円形φ6.0m、高さ約30.0mの高層構造物であり、足場を設置するのも困難な場所であったため UAV を使用して調査壁面より2.0mの距離で上下に飛行させた。写真画像は縦、横のラップ率90%以上を目標に UAV 撮影を行った。**(写真-1)**

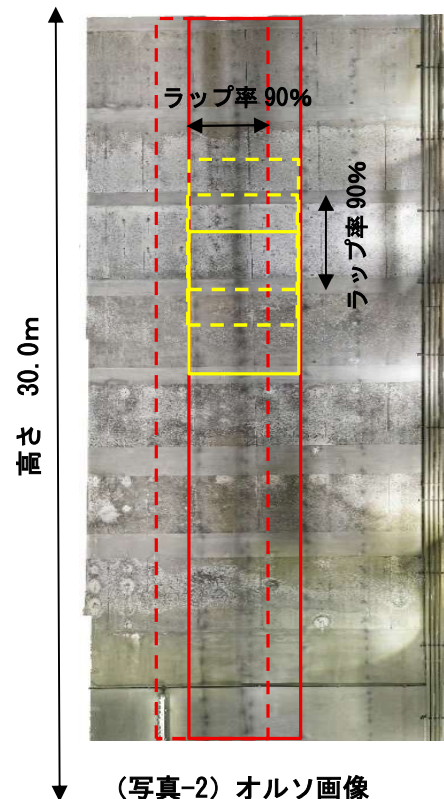
撮影した画像は UAV 画像解析ソフトにより円形を展開図にしたオルソ画像**(写真-2)**を作成し、AIによるひび割れの自動検出ソフトを利用して処理を行った。



UAV 機体 DJI Mavic 3 Enterprise



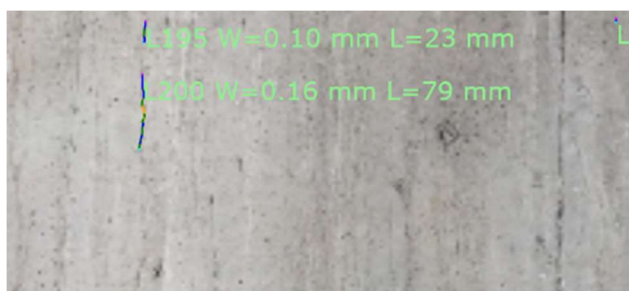
(写真-1) UAV 撮影状況



(写真-2) オルソ画像

撮影したオルソ画像を解析ソフトに読み込むことで、AI 機能を搭載したひび割れを自動検出機能により解析される。**(写真-3)** また、ひび割れ幅の色分け選択が可能であり**(写真-4)** 分かりやすく画像表示される。今回は PC に解析ソフトをインストールしての解析作業を行ったが、計測した現場にインターネット環境があれば、計測後その場でクラウドにアップロードし事務所に戻る間に高精度ステッチ処理を完了させることも可能である。

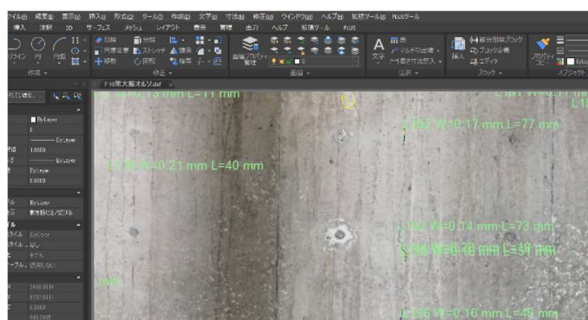
編集したひび割れデータはスケールに合わせた CAD データとして (DWG・DXF) 出力でき、背景画像付きで出力されるので、CAD システムにて最終の成果にまとめることができる。**(写真-5)** 合わせてひび割れリストは CSV でも出力されるので、帳票への利用が可能となる。**(写真-6)**



(写真-3) 解析画像



(写真-4) ひび割れ幅色別選択



(写真-5) CAD 出力

ラベル	診断項目	ひび割れ長さ (m)	ひび割れ幅 (mm) : 表示幅	ひび割れ幅 (mm) : 平均幅	ひび割れ幅 (mm) : 最大幅
L1	ひび割れ	0.004	0.14	0.14	0.18
L3	ひび割れ	0.007	0.18	0.18	0.31
L6	ひび割れ	0.125	0.24	0.24	0.84
L10	ひび割れ	0.020	0.20	0.20	0.29
L11	ひび割れ	0.014	0.15	0.15	0.32
L14	ひび割れ	0.183	0.33	0.33	0.68
L18	ひび割れ	0.052	0.23	0.23	0.46
L20	ひび割れ	0.087	0.23	0.23	0.58
L21	ひび割れ	0.081	0.25	0.25	0.41
L22	ひび割れ	0.022	0.28	0.28	0.52

(写真-6) 帳票出力

2. 採用効果

労働時間短縮：従来計測作業ではひび割れ位置を構造物にチョーク等でマーキングし、その位置を構造物展開図に手書きでスケッチして幅をラックゲージで測定し、ひび割れ場所毎に CAD 図に入力し帳票入力していた。本技術を採用することで、従来計測作業時間と比較した場合 1/5 程度の労働時間が短縮できた。

安全性の向上：従来計測作業では高所の場合、仮設足場組立または高所作業車を使用していたため、墜落・転落災害の可能性があったが、本技術ではその作業は不要である。

3. 課題

本技術は写真画像からのひび割れ検出を行うため、デジタルカメラの性能に大きく影響される。たとえば画素の大きさ・撮影距離・チルトの角度等多くの撮影マニュアルがあり、傷解析を行う上で解析対象の損傷が適切に撮影されているかが重要で、撮影者がある程度の経験が必要である。

4. 本技術の問い合わせ先

販売代理店：千代田測器

TEL：03-3833-2016 担当：小野

ひび割れ画像解析ソフト SightFusion：(株) ニコントリンプル

https://www.nikon-trimble.co.jp/products/product_detail.html?tid=372

UAV 画像解析ソフト Metashape：(株) ビジョンテック

https://www.vti.co.jp/metashape_top.html

3次元施工ステップムービーの作成

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3次元施工ステップムービーの有効活用

1. 事例概要

起工測量で得た現地点群データと3次元設計データを用いて、着工から完成までの流れを実施工程表に合わせ、工事の全体像を動画化した。是を新規入場者教育、地元説明会、現場見学会等で利用し、関係者の理解度を深める事に活用した。

【機器・技術のスペック】

福井コンピュータ社製：TREND-POINT(KK-150058-VE)、TREND-CORE(KK-160043-VE)

Microsoft 社製：Windows Media Player

2. 採用の効果

経験の浅い職員・作業員等が工事イメージ・流れの理解を向上することができた。また、動画上で近接民家との距離等、特に周知したい事項について、可視化する事により理解力が深まり安全管理活動への意識向上が図れた。

および、地元説明会・関係機関への工事説明において、2次元図面を用いるより、3次元化し動画にする事で理解力の向上と説明時間の短縮が図れた。

動画の視聴に当たっては一般的な動画アプリを利用でき、特別な設備を必要としない。

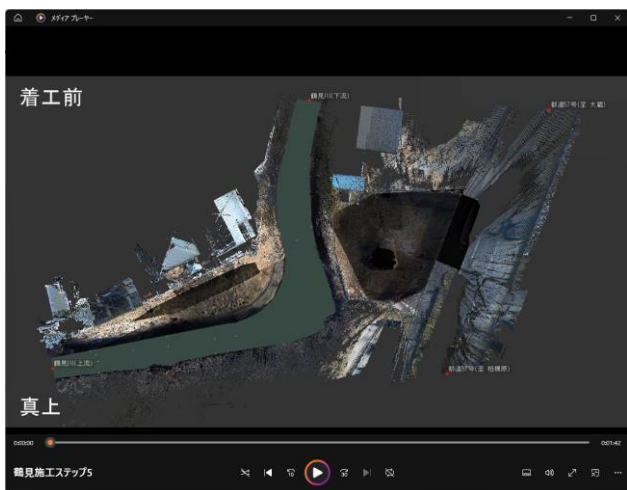


図1 動画再生画面 着工前（左）と反力架台設置（右）



図2 動画再生画面 護岸工（鋼管杭）構築（左）と既設護岸撤去、掘削工（右）

3. 課題

当社が利用した福井コンピュータ社製のソフト利用の場合、下表以上のスペックが必要。

表1 TREND-POINT と TREND-CORE の動作環境（最低スペック）

対応 OS	Windows 11 バージョン 24H2 Windows 10 バージョン 22H2 (2022 Update) (64bit)
CPU	推奨 Core i7(最低 Core i5 以上) Intel 社製 Celeron では動作しません。
必要メモリ	推奨 16GB(最低 4GB 以上)
必要ディスク容量 ※SSD 推奨	250GB 以上の空き容量 推奨 1920 x 1080 (最低 1366 x 768 以上)
VIDEO	推奨 OpenGL 4.0 以上 (最低 OpenGL 3.3) ※NVIDIA 社製推奨
VIDEO メモリ	2GB 以上

4. 他社への提供が可能な技術

【問合せ先：TREND-POINT・TREND-CORE】

福井コンピュータ株式会社 北関東営業所 長野オフィス 後藤

TEL:080-8696-7841 e-mail: goto.y@fcgr.jp

【問合せ先：北野建設株式会社】

土木事業本部 土木工務部

担当 山本、上原

(直通) 026-233-5140

MRを活用したコンクリート締固め管理システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

コンクリートの締固め状況を可視化して品質管理

1. 事例概要

コンクリートの品質は、締固め作業に大きく左右されるため、打込み後十分な締固めを行う必要があり、締固め不足の場合はジャンカや充填不足などの不良個所が発生し、重大な品質劣化を及ぼす。ただし、現状のコンクリートの締固め管理は、施工技術者の技量に依存しており、客観的な締固め作業の記録を保証するデータが残されていないのが現状である。

本技術は、昨今建設現場でも活用され始めている複合現実 (Mixed Reality : MR) 技術を用いて、コンクリートの締固め作業に活用し、締固め作業を可視化して締固め位置や締固め時間を表示・記録するシステムで、実証実験により効果を確認した。

【機器・技術のスペック】

システムは、Microsoft 社製のヘッドマウントディスプレイ「HoloLens (ホロレンズ)」をベースに開発を行った (写真 1)。コンクリートの打設及び締固め作業の基本単位の例として、深さ方向 50cm 毎、平面位置 50cm メッシュで定義する (図 1)。



写真 1 ホロレンズ外観

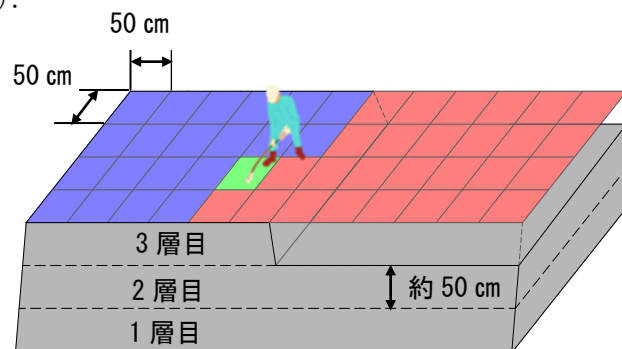


図 1 コンクリート打設用基本単位 (例)

作業手順として、あらかじめ打設箇所を締固め作業用に区分けしたメッシュ (50cm x 50cm) を、3次元でモデル化し、システムに入力する。打設当日は、システムに入力されたホロレンズを装着した締固め作業員が現地に設置した AR マーカー (図 2) で位置を合わせると、実際の打設箇所にメッシュが反映

される。締固め作業中の締固め位置の検知は、ホロレンズのヘッドトラッキング機能により、どのメッシュで作業をしているのかをシステムが判別し、各締固め段階によりメッシュの色を4種類に変化させる（赤：施工前、黄：選択中、緑：施工中、青：施工後）（図3）。

ホロレンズを装着した締固め作業員は、メッシュの中心を目安に締固め振動機を挿入して締固めを開始し、メッシュの色が緑色から所定時間（10秒に設定）が経過して青色に変わると、そのメッシュでの締固め作業が終了したことを周知されたこととなり、次のメッシュでの締固め作業を開始する。深さ方向の管理は、一層（約50cm）をレイヤー（層）とし、レイヤーを切替えることで対応する。

ホロレンズ装着による締固め状況（写真2）、ホロレンズ画像（写真3）に示す。



図2 AR マーカー

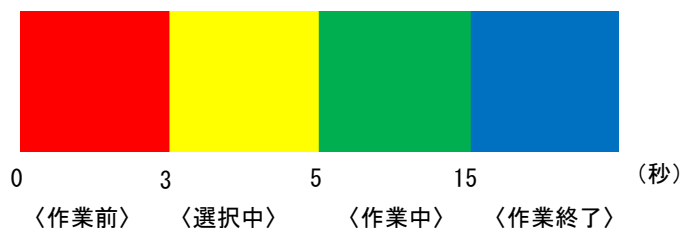


図3 メッシュ判別図



写真2 ホロレンズ装着による締固め作業状況



写真3 ホロレンズ画像（メッシュ色確認）

2. 採用の効果

①締固め作業の見える化

実際の締固め作業個所にメッシュを反映させ、締固め作業の見える化を実現できる。コンクリート打設箇所全域において締固め忘れがなくなり、均質なコンクリートを仕上げることができる。

②締固め作業の共有化

ホロレンズ装着者が見ている画像をパソコンで確認することにより、締固め作業の流れをリアルタイムに関係者と共有できる。

③締固め作業のトレサビリティ化

メッシュごとに締固め位置や締固め作業時間が記録として保存できるため、締固め作業のトレサビリティとして活用できる。

3. 課題

システムの課題として、複数人による協調作業対応、下層コンクリートの締固め完了から上層のコンクリートの打設開始までの打重ね時間管理機能、アウトプット書類の充実化（見やすさ、保存方法など）が挙げられ、現在追加機能を開発中である。

【本技術の問合せ先】

株式会社熊谷組 土木事業本部総合評価対策部 神崎 TEL：03-6387-8649

E-mail：kkanzaki@ku.kumagaigumi.co.jp

https://www.kumagaigumi.co.jp/news/2023/pr_20230830mr_1.html

山岳トンネル工事における遠隔操作技術

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

切羽近接作業をなくして切羽崩落災害を防止

1. 事例概要

掘削時における爆薬装填作業や吹付コンクリート作業は、通常、岩盤が露出した切羽に長時間接近した状態で作業を行うため、切羽直下の肌落ちや切羽崩壊による災害の発生が懸念される。本技術は、この二つの作業を、遠隔で操作することにより、作業員の切羽近接作業をなくすものであり、弊社現場にて多くの実績を保有する。

【機器・技術のスペック】

① 爆薬の遠隔装填システム

爆薬の遠隔装填システムは、遠隔装填装置と装填ホース、装填パイプ、作業員が手元で操作するリモコンボックスで構成される (図 1)。遠隔装填装置は爆薬供給ホッパーと込物 (以下アンコ) 供給装置、コンプレッサーを装備している (写真 1)。

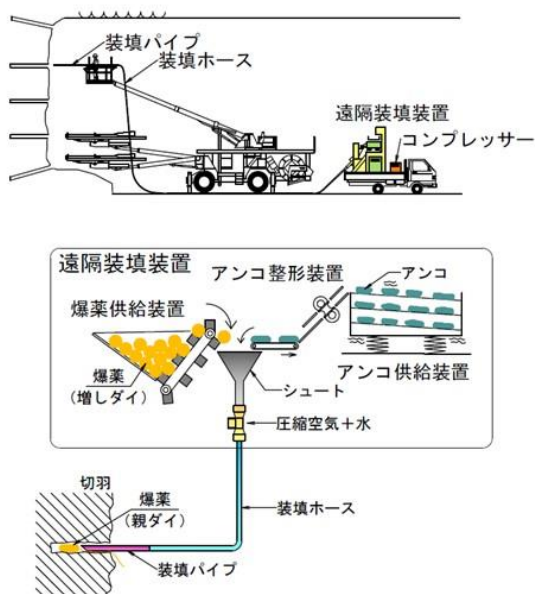


写真 1 遠隔装填装置

図 1 遠隔爆薬装填システム概要

爆薬供給ホッパーは1発破分の爆薬供給が可能で、アンコ供給装置はアンコ整形機能を有し、装填ホースや孔内でのアンコ閉塞を防止する。作業員は切羽から1.5m以上離れた位置から装薬孔に装薬パイプを挿入し、手元のリモコンボックスで増しダイの本数を設定し、無線で遠隔装填装置に爆薬とアンコを装填指示し、増ダイ、込め物の順で空気圧により爆薬を連続装填する(写真2)。

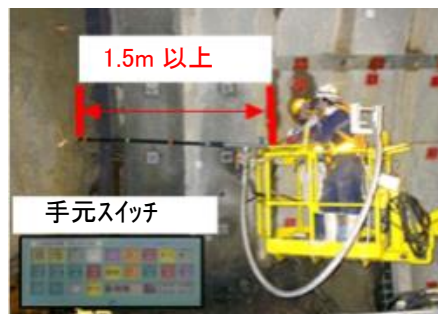


写真2 装填状況

②吹付けコンクリートの遠隔操作システム

本システムは、吹付け機の大掛かりな改造を必要とせず、高画質映像を切羽から離れた小型移動操作室に低遅延で無線伝送し、オペレータは操作室から無線で吹付けロボットをリモコン操作する(図2)。加えて吹付けノズルは前後・左右の回転制御機能を有し、オペレータの操作負担軽減に寄与する。映像伝送ユニットのカメラにはエアシャワーリングを装備しており、レンズ面へのセメントペースト等のリバウンド付着を防止する。本システムはバッテリー駆動を主体としたコンパクトな構成で、汎用吹付け機に遠隔操作機能を容易に実装可能である。

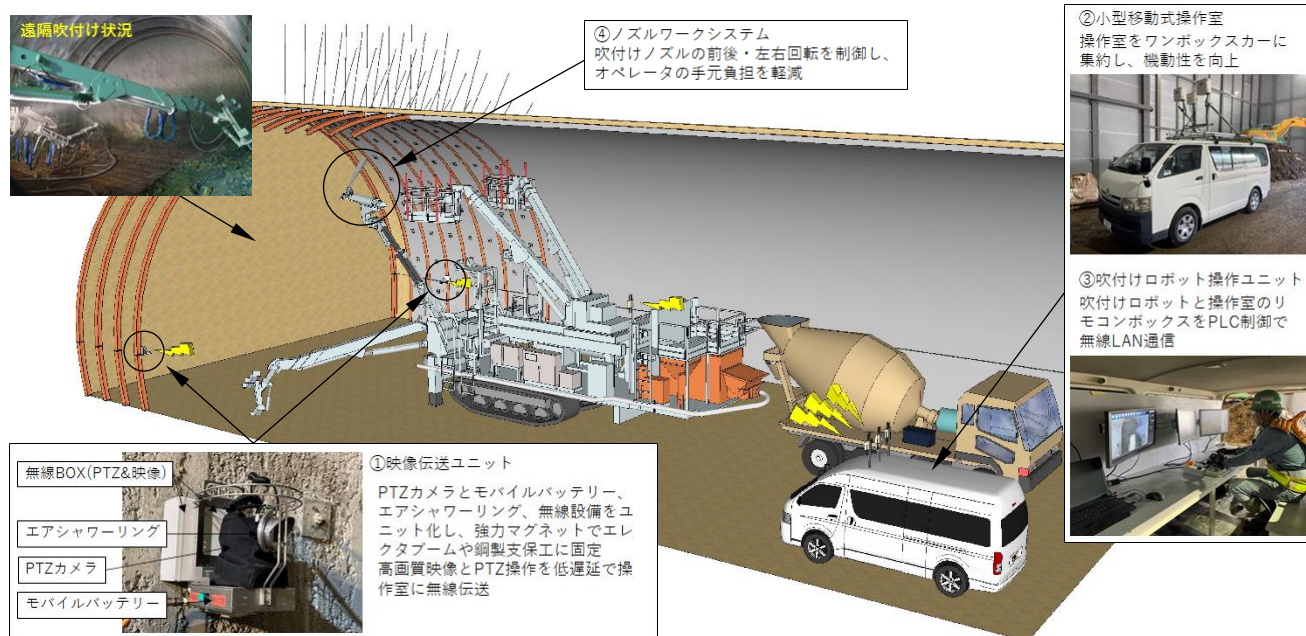


図2 吹付けコンクリートの遠隔操作システム概要

2. 採用の効果

①爆薬の遠隔装填システム

切羽から1.5m以上離れた位置で装填作業することと装填時間を45%短縮(装薬速度:人力26.5秒/孔⇒機械14.7秒/孔)することから、切羽崩落災害防止と掘削サイクル短縮に寄与する。

②吹付けコンクリートの遠隔操作システム

オペレータが切羽に立ち入らないため、吹付け中の切羽崩落災害防止と作業環境改善に寄与する。

3. 課題

吹付けコンクリートの遠隔操作システムは稼働現場の普及率を高め、施工の合理化が可能により効率的なシステム改良を行う。

【本技術の問合せ先】

株式会社熊谷組 土木事業本部トンネル技術部 尾畑 TEL: 03-6387-8649

E-mail: hobata@ku.kumagaigumi.co.jp

自社内クラウドを活用したシステム「CIM-CRAFT®」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

現場社員の手で自ら作り上げることができる BIM/CIM

1. 事例概要

BIM/CIMは一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図る取り組みで、令和5年度から国土交通省が発注する工事では原則適用されているが、以下の3つの課題が挙げられている。

(1) ソフトウェア、ハードウェアの整備

3次元モデルを中心としたモデリング、データ統合、属性情報付与に必要な高度なソフトウェアと高価なハードウェアが必須で大きな投資が必要である。

(2) 技術者の育成

各ソフトウェアの操作・機能を習得しモデリングを行う技術者や活用を図る技術者の育成を行う必要があり、初心者、特に工事現場の社員にはハードルが高いものとなっている。

(3) データの共有・連携

3次元モデルはメールやクラウドストレージを通して共有することが多く、参照するためには専用ソフトウェアのインストールが必要で、工事関係者との迅速かつ円滑な連携が課題となっている。

これらの課題を解決するため、誰でも簡単な操作で使用ができる環境を提供し、「BIM/CIMをもっと身近なものに」をテーマに「CIM-CRAFT®」を開発した。

【機器・技術のスペック】

今回開発した「CIM-CRAFT®」は、自社内クラウドシステムに構築したWebアプリケーションになり、工事の完成モデルや進捗に合わせてモデル、属性情報、帳票類等の登録や参照ができる。

現場社員が日々の施工管理に用いる帳票用データをExcel®等の表計算ソフトウェアに入力して、Web上の仮想空間内に構造物を構築することができるシステムとなり、3次元モデルを作成する専門知識は必要とせず、デジタルツインを実現することができる。

「CIM-CRAFT®」システム構成を図1に、画面構成を図2に示す。

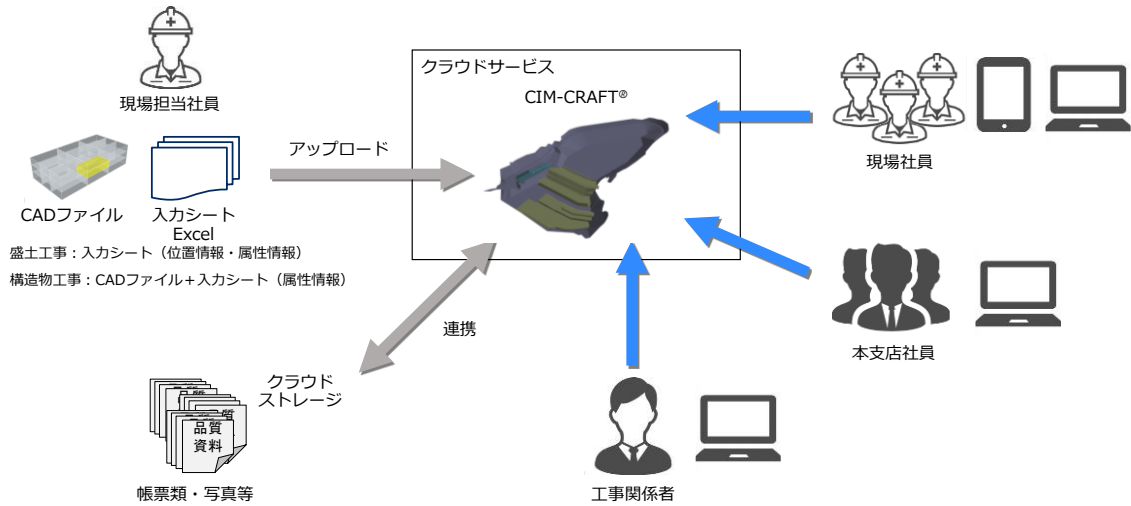


図1 「CIM-CRAFT®」システム構成

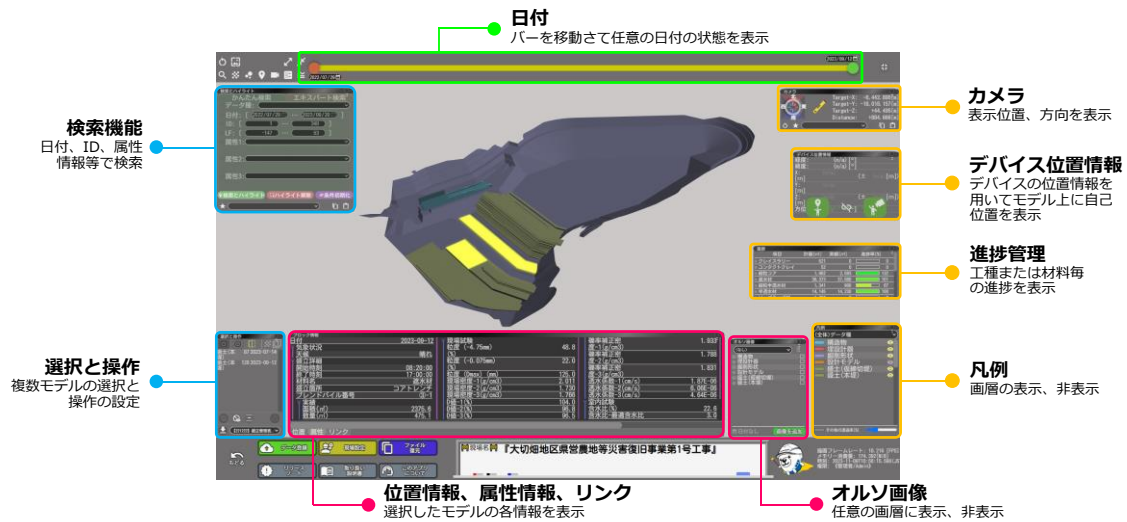


図2 CIM-CRAFT®画面構成

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化

モデリング、属性情報の入力操作が容易あり、誰でも簡単に利用できる。例えば、盛土工事におけるBIM/CIMの作業時間においては、これまでは盛土範囲のモデリング、属性付与、BIM/CIMモデルのメール等での情報共有で約1.0時間を要してしたが、CIM-CRAFT®を導入することにより、モデリング、メール等での情報共有の作業が不要となることから、約30分で作業を終えることができ、作業時間を約50%削減することができた。

②導入による効率化・費用削減

- ・クラウドサーバを活用することでインターネット環境があれば、いつでも、どこからでも利用でき、効率的な情報共有・連携を実現することができる。
- ・専用ソフトウェアが不要であることから、迅速に導入することができ、導入費用、保守費用を軽減することができる（サーバの運用費用は発生）。

3. 課題

トンネル工事やシールド工事等の様々な工事に適用できるようなシステム開発を進めること、保有の他システムとの連携を図ること等が挙げられる。

【本技術の問合せ先】

株式会社熊谷組 土木事業本部DX推進室 天下井 TEL：03-3235-8627

E-mail：tetsuo.amagai@ku.kumagaigumi.co.jp

<https://www.kumagaigumi.co.jp/news/2023/example-0001.html>

高精度複合現実システム「Site Vision」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

進捗段階や完成イメージを工事関係者で共有

1. 事例概要

工事開始前に工事完成イメージの把握、施工が困難な箇所の事前検討、施工時に施工が設計通りに実施できているかを確認することは非常に重要であり、関係者で共有することで工事を円滑に進めることができる。本技術「Site Vision」は、拡張現実技術（AR: Augmented Reality System）を活用したもので、設計データを現実空間に高精度でマッチングさせることができ、工事のあらゆる段階で計画と現況の可視化、進捗状況の確認等に活用するものである。

【機器・技術のスペック】

「Site Vision」は、高性能 GNSS アンテナと ARCore テクノロジーを組み合わせた、屋外型の高精度複合現実システムである（図 1）。本システムの特長は以下のとおりである。

- Trimble の高性能 GNSS 技術と Android, iOS アプリを組み合わせた拡張現実技術（AR: Augmented Reality System）で構築されており、世界で初めての屋外型の高精度拡張現実システムである。
- Trimble Site Vision を使用することにより、新設の道路や構造物、既存の地下埋設物、完成時の景観などの仕上がりイメージを、現実空間に重ねた状態で 360° 確認することができる。
- 現場担当者は、2次元の各種図面や地形図から、立体設計物を想像する必要がない。

自動で 3次元位置合わせを実行することで設計データを現実空間に高精度でマッチングさせることができ、工事のあらゆる段階で活用できる。

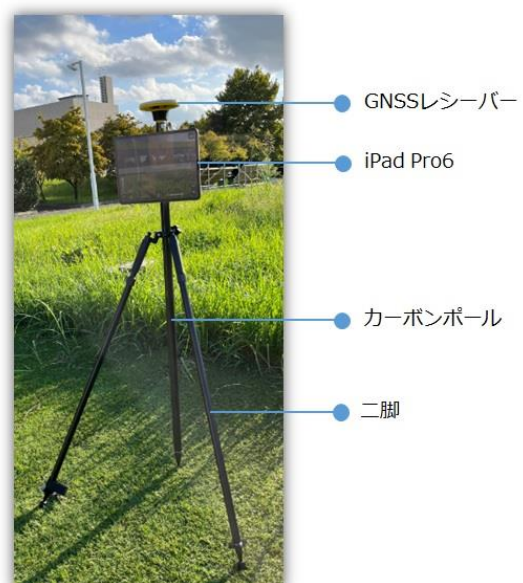
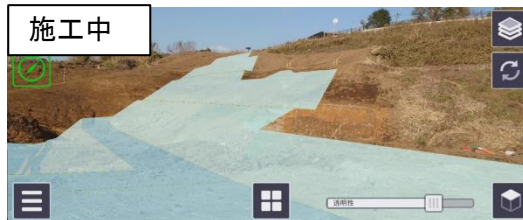


図 1 「Site Vision」本体構成

2. 採用事例

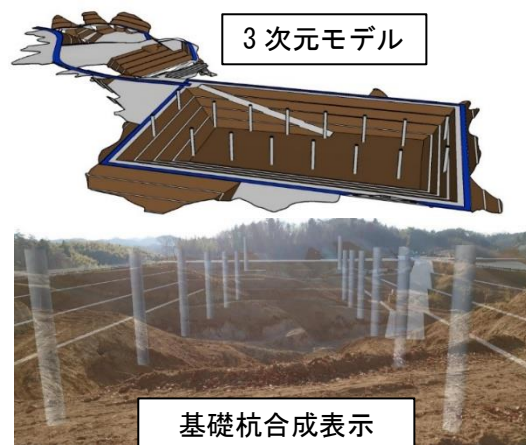
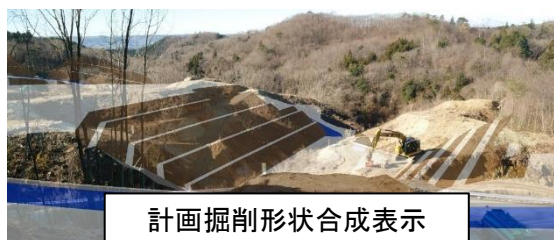
(1) ダム工事

掘削前に計画形状を現場で確認することができる。
施工前及び施工中に職長やオペレーターも含めて計画形状を確認することで、効率的な重機配置や仮設道路計画を行い、手戻りのない施工を実施する。



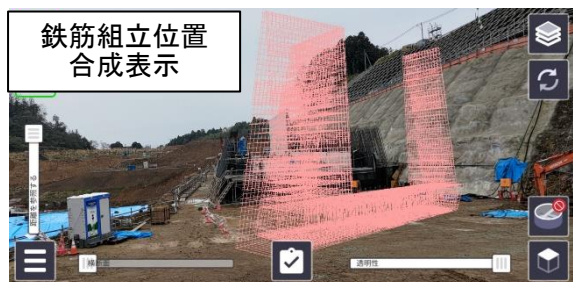
(2) 処分場造成工事

予め作成した3次元モデルを現況地形に合成させることにより、掘削形状や基礎杭位置のイメージを連想することができる。



(3) 鉄筋工

鉄筋組立位置を現況に合成させることで組立イメージを連想できる。



(4) 地中連続壁工

鋼矢板の建込み時に芯材位置を表示することで精度を確認しながら施工ができる。



3. 採用の効果

- ・ 完成イメージを共有することで発注者、協力業者等の工事関係者と円滑な合意形成が可能となる。
- ・ 現地に投影することで支障物等を事前に把握することができる。
- ・ 現場の進捗状況や不具合を「見える化」で把握することができる。
- ・ BIM/CIM 活用工事においては、BIM/CIM モデルの活用という部分でアピールすることができる。

4. 課題

予め3次元モデルを作成する必要があるため、別途時間や費用が必要となる。

【本技術の販売に関する問合せ先】

サイテックジャパン株式会社カスタマーサクセスグループ 大橋 TEL:03-5710-2594

<https://www.sitech-japan.com/stj/contact/>

3次元化（BIM/CIM）による地中埋設管損傷リスク軽減

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

埋設管を可視化して、安全に施工

1. 事例概要

本工事では、法面保護工を施工する法面内に供用中の地中埋設管が敷設されていたため、鉄筋挿入工において埋設管を損傷するリスクが懸念された。（写真 1）また、地中埋設管の位置は図面に記載されていたが、図面通りの位置にあるかどうか不明であったため、埋設管の位置を確認する必要があった。

上記の課題を解決するために、法面上部より鉛直ボーリングを実施し、埋設管位置の探査を行った。探査ボーリングでは全削孔にプラスチックビットを採用し、埋設管損傷のリスクを軽減した。（写真 2）また、探査ボーリングの結果から、埋設管を 3次元化（BIM/CIM）で表現し（図 1）、変更計画における鉄筋挿入ボルトの配置や、ボルトと既設管との離隔や位置関係の説明資料として発注者との協議打合せに活用した（図 2、写真 3）。



写真 1 法面保護工施工箇所



写真 2 法面探査ボーリング状況



写真 3 協議打合せ状況

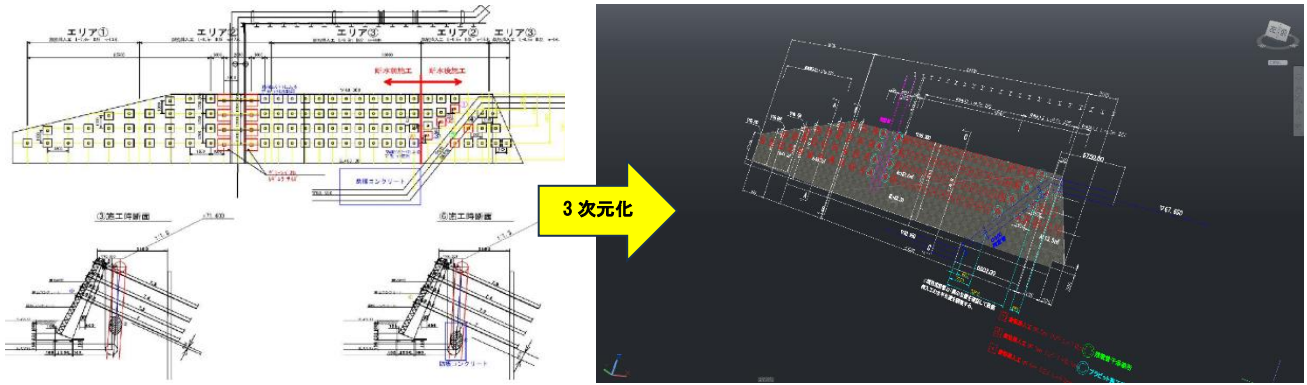


図 1 3次元化 (BIM/CIM)

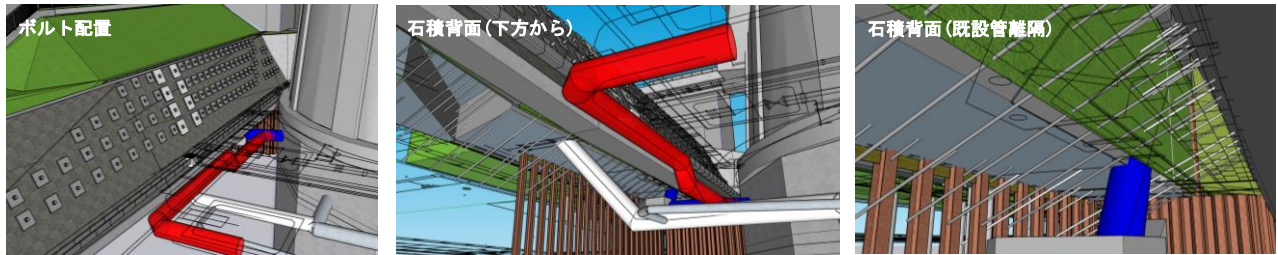


図 2 地中埋設管の干渉チェック

2. 採用の効果

①3次元化により、様々な問題点（リスク）の抽出が可能となり、協力会社との施工検討会でも役立ち、埋設管損傷等の工務災害防止に対して有効活用することができた（写真 4）。

②協力会社との作業手順周知会等にも活用し、既設管の位置と鉄筋挿入ボルトの離隔や位置関係を見える化したことで、安全性の向上につながった（写真 5）。

③発注者からも、今回の探査結果により当時の図面との整合性や本施工での既設管損傷に対する安全性が確認できたことで、評価を得られた。



写真 4 施工検討会

3. 課題

3次元化（BIM/CIM）するに当たっては、3次元ソフトを扱うことができる高性能パソコンが必要となること。また、3次元モデルを作成できる技術者が必要であることが課題である。



写真 5 作業手順周知会

AI 技術を活用した配筋精度確保および配筋検査の省力化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

ひとりでも配筋検査

1. 事例概要

従来の配筋検査では、検査箇所の鉄筋にマーカーやスケールを事前に準備し、複数人で配筋検査を行い、人手で出来形管理資料を作成していたことから、多くの人手と時間、労力を要していた。本事例では、ケーソン工事における配筋検査の省力化の事例について紹介する。

本工事は、浸水被害対策事業の一環として大口径・大深度立坑（外径Φ18m、深さ63m）をニューマチックケーソン工法で築造するものである。今後シールド工事が予定されており、工程の厳守が必須で、ケーソン工事では構築工・掘削工ごとの短縮が求められた。構築工では、本立坑が大深度・大口径のため鉄筋が太径（最大D51）かつ過密配筋である（図1）のに加え、4か所あるシールド開口部の上下には躯体内に仮想梁の鉄筋が配筋されていた（図2）。このため通常2〜3人で行う配筋検査の労力や負担を少しでも軽減し、配筋検査を効率良く実施し、できるだけ早く次のステップに取り掛かる必要があった。

配筋検査を少ない労力でスムーズに実施するために、AI 技術を用いた配筋検査（AI 配筋検査端末 Field Bar、以下 Field Bar）を用いて配筋検査を実施した。

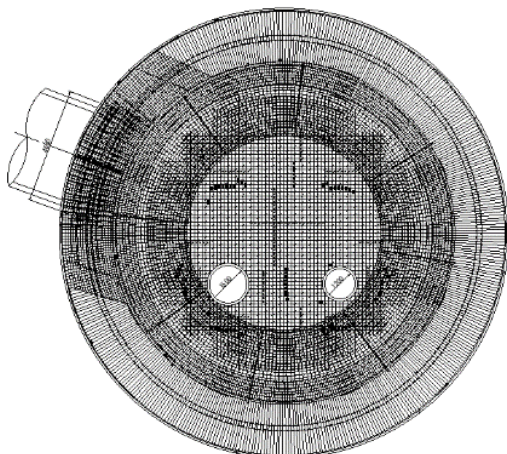


図 1 底版配筋図（太径かつ過密配筋）

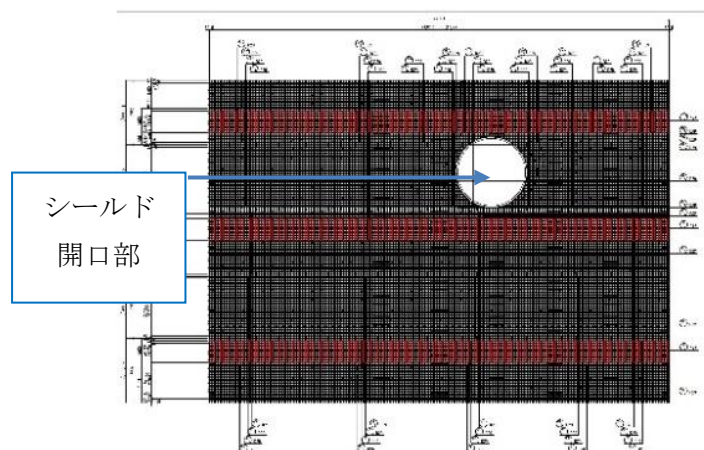


図 2 仮想梁部の配筋図（赤色部分が仮想梁）

【機器・技術のスペック】

Field Bar は端末背面に搭載のステレオカメラで撮影された画像を3次元復元して、AIによる画像解析により鉄筋の検出を行う。Field Barを使用することで、配筋検査を一人で実施することが可能であり、高速でAI処理し計測結果を電子化することが可能である。また、鉄筋の検出率は96.4%であり、鉄筋径の判別可能範囲はD10～D51まで網羅しており、鉄筋間隔の計測精度は±5mmで計測することが可能である。

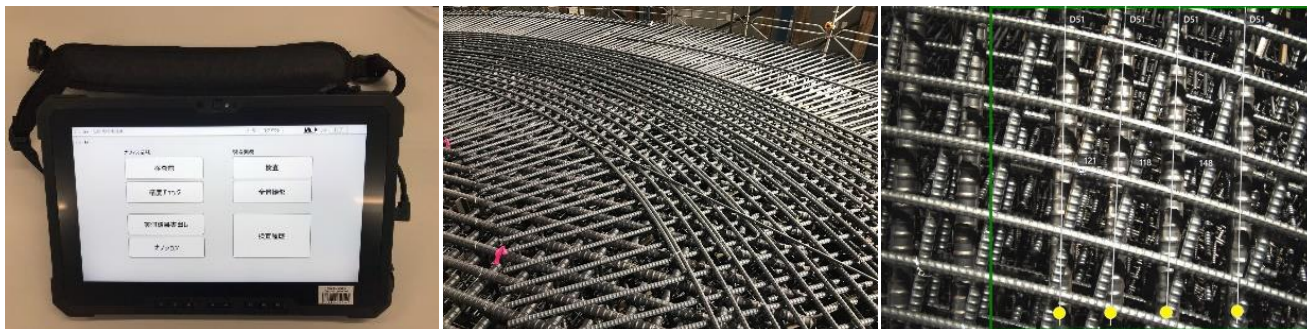


写真 2 AI 配筋検査端末 FieldBar 写真 2 底版配筋写真（遠景） 写真 1 底版配筋写真（FieldBar）

2. 採用の効果

Field Bar を用いた配筋検査を実施することで、ロット毎の検査時間を通常【180分、工数4.6人・時間】要するところを【75分、工数1.3人・時間】に短縮することができた。配筋作業を効率良く実施することができ【1日/ロット】、工程を短縮できた。また、鉄筋間隔などの計測数値もAIが自動で行うため、品質管理・出来形管理も問題なく確認できた。配筋検査の省力化に加え、D51などの太径鉄筋は間隔修正が容易ではない。配筋作業中に間隔を測定することで、配筋精度の確認、向上にも役立った。

従来は人手で行っていた作業を自動化することで、入力ミスをなくし、高精度で確実な配筋検査を実施することができた。

3. 課題

鉄筋径や鉄筋間隔の検出は可能であるが、計測範囲には限度があり、広範囲を一度に計測することができない。また、現状の機能では鉄筋のかぶりも計測することができない点が課題である。

4. 他社への提供が可能な技術

三菱電機システムサービス株式会社

問い合わせ先：AI 配筋検査端末 サポートデスク

メールアドレス：aihaikin_support@melsc.jp

専用電話：03-5460-3717

<https://www.mee.co.jp/sales/ict/aihaikin/>

LiDAR 計測技術を活用した 3 次元測量

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

LiDAR センサー搭載 iPhone で簡単 3 次元測量

1. 事例概要

本工事は、供用中の一般国道の道路拡幅を目的とした切土工事であり、現道山側を切土拡幅し車線数を確保するとともに、切土工事により不安定となる山頂部の平切りを行う工事である（写真 1、図 1）。地山は流紋岩質溶結凝灰岩の軟岩～中硬岩で構成されており、掘削工法も施工場所および岩質に応じて選定する必要があった。掘削の進捗に応じて広大な範囲を従来の TS 等による測量方法で実施するには、時間的・労力的な問題が懸念された。また、ドローンや地上型レーザースキャナーを使用する場合、測量業者に外注するため、現場の都合で測量ができず、成果物として利用するまでに時間を要することが想定された。

上記の課題を解決するために、iPhone Pro や iPad Pro などの携帯端末に搭載されている LiDAR センサーを活用した 3 次元測量アプリ（OPTiM Geo Scan、以下 Geo Scan）を採用し、現況地形の 3 次元測量を実施した。Geo Scan に使用することにより、長距離で広大な面積の 3 次元出来形測量、図化、土量算出などを職員 1 人で短時間かつ高精度に実施した。

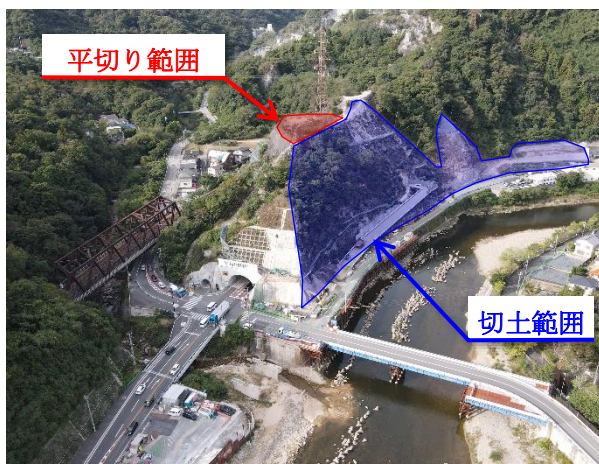


写真 1 現場全景写真



図 1 完成イメージ図

【機器・技術のスペック】

Geo Scan は、携帯端末に搭載された LiDAR 計測技術を活用して、周囲の点群データを手軽に取得することが可能である。RTK-GNSS 受信機による位置情報を用いることで公共座標に変換することが可能であるため、測量成果を位置合わせすることなく後工程で利用できる。測量精度は±5.0cm 以内であり、国交省の出来形管理要領（3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）第14編土工（1,000m³未満）にも対応している。撮影距離は携帯端末の LiDAR センサーの性能に依存しており、計測地点から 5m 程度までの距離を歩きながら測量できる。長距離を計測したい場合は、外付けの LiDAR センサー（Geo Scan Advance）を使用することで、30m 程度の距離を測量できる。



図 2 OPTiM Geo Scan



写真 2 外付け LiDAR センサー（GeoScan Advance）

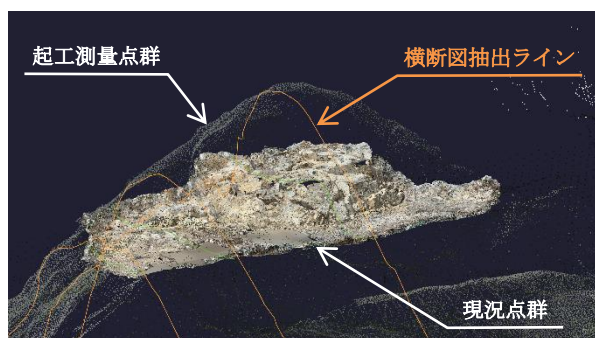


図 3 出来高測量（点群データ）

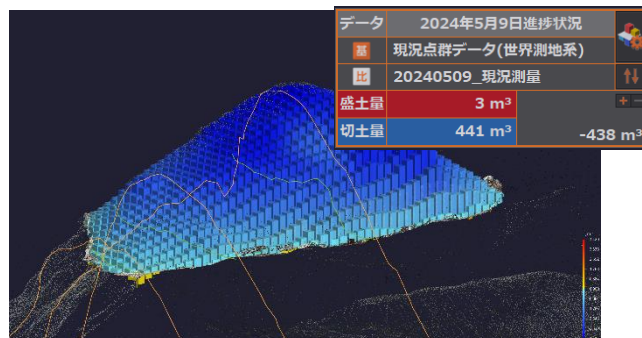


図 4 出来高測量（土量計算結果）

2. 採用の効果

Geo Scan を採用することにより、長距離で広大な面積の 3 次元出来形測量・図化・土量算出などが**短時間で高精度**に行うことができる。また Geo Scan Advance を使用するにあたり専門知識や資格が不要で**職員 1 人での測量が可能**。費用の面でも年間約 100 万円で気軽に測量ができ、ドローンや TLS を測量業者にその都度外注するより大幅に費用を削減することができる。

以上のことから①**経費削減**、②**作業時間の短縮**、③**人員削減**が期待でき、生産性の向上が見込める。

3. 課題

- ・測量範囲が限られており、現場が広い場合は据替え回数が増える。
- ・RTK-GNSS による位置情報の補正を適切な頻度で行わなければ、精度が確保できない場合がある。そのため、精度を確保するための知識、慣れが必要となる。

4. 他社への提供が可能な技術

株式会社オプティム

<https://www.optim.co.jp/construction/optim-geo-scan/>

BIM/CIM 活用による施工計画の効率化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

3次元モデルで事前に確認して、施工省力化

1. 事例概要

本工事では、自動車専用道路と幹線道路の合流部において、一般道との高低差処理として場所打杭工～場所打擁壁工（L型・逆T型）を施工するものである。施工箇所は既設鋼管擁壁・既設橋台に囲まれた扇型のエリアで、勾配約9%の斜面地（延長約47.3m）という狭隘かつ傾斜のある条件であった。さらに、受注後に修正設計が発生し、場所打杭施工ヤードの地耐力不足による重機足場改良工事の追加など、工程を圧迫するリスクが重なった。場所打杭工～場所打擁壁工は本工事のクリティカルパスであったため、施工性の向上と工程短縮が最重要課題となった。

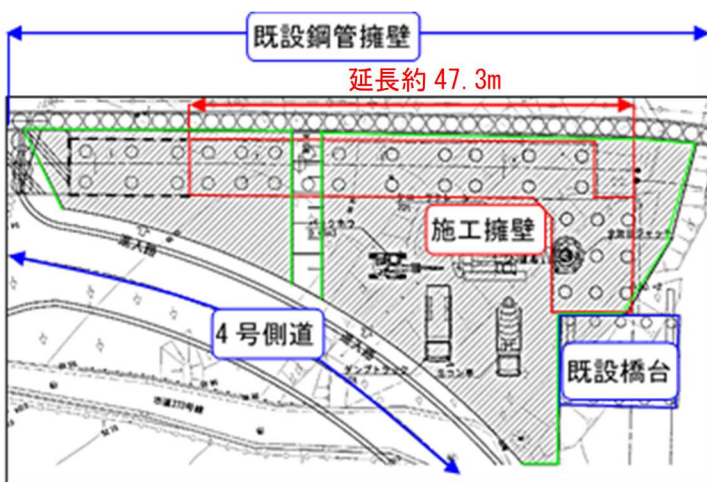


図 1 施工平面図



図 2 施工前写真

BIM/CIM を活用し、施工性の向上を図った。以下に活用内容を示す。

【鉄筋干渉チェック】

場所打杭の打設後に出来形計測を実施し、杭の偏心量をもとに杭頭部鉄筋を 3D モデル上に配置して底版鉄筋との干渉箇所を事前にチェックした。鉄筋の識別番号ごとにモデルを色分けすることで干渉箇所の把握を容易にし、配筋作業前に回避方法を検討した。

【施工管理での活用】

場所打杭の基準高・偏心量・杭径の計測結果を BIM/CIM モデルと合わせ、出来形管理資料を視覚化した。従来の人力による出来形管理と比較して大幅に効率化を図った。

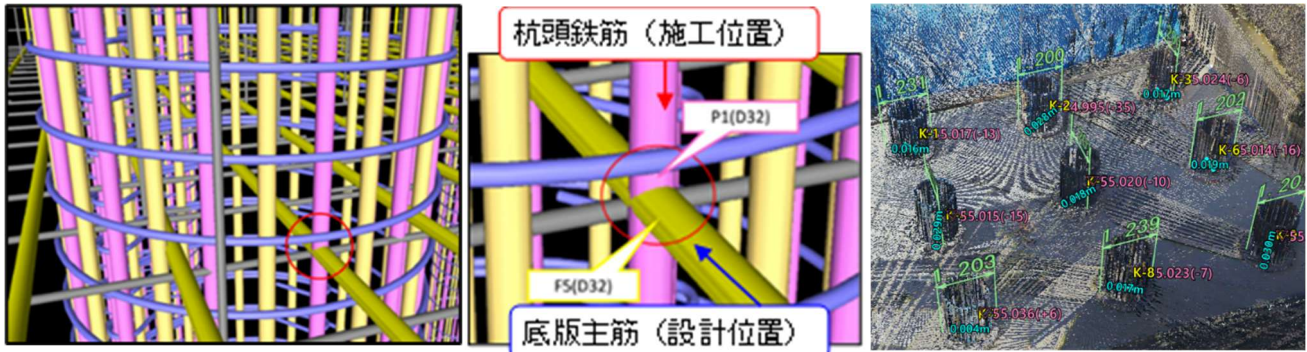


図 3 鉄筋干渉チェック

図 4 3D モデル上の出来形表示

2. 採用の効果

- ①鉄筋干渉の事前把握による施工省力化：全杭において杭頭鉄筋と底版の干渉をチェックしたが、干渉していた箇所はいずれも軽微であり 3D モデル上で回避方法を事前に検討できた。鉄筋組立て時に配筋位置を明示できたことで作業が円滑に進み、予定 18 人工から実績 15 人工へ 3 人工削減を達成した。
- ②出来形計測の効率化：従来方法（墨出し後の計測）では 1 ブロック 6 人工×4 ブロック=24 人工を要していたが、BIM/CIM 活用により、計測 2 人工+データ処理 2 人工=4 人工に圧縮し、20 人工の削減と出来形計測工程を 5 日間短縮した。
- ③クリティカルパスでの工程短縮：鉄筋組立て 4 日+出来形計測 5 日の合計 9 日間を短縮できた。

	予定	実績	省力化
鉄筋干渉チェック	3 人工×6 日=18 人工	3 人工×5 日=15 人工	3 人工
施工管理での活用	6 人工×4 箇所=24 人工	計測データ処理 4 人工	20 人工

3. 課題

BIM/CIM を効果的に活用するためには、場所打杭施工後に速やかに出来形計測を行い、3D モデルを作成できる体制が必要となる。また、点群データの処理やモデル作成には BIM/CIM ソフトウェアを扱える技術者の確保と高性能パソコン等の設備が必要である。本工事では、外注により出来形計測および 3D モデル作成を実施したが、内製化による更なるコスト低減や技術者育成が今後の課題である。

3次元モデルを活用した安全教育

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3次元モデルで作成した施工動画で安全教育を実施

1. 事例概要（和文・欧文とも MS ゴシック 10.5pt を標準とする）

本工事は、プレキャストボックス製の地下調節池を築造する工事である。特徴として掘削深さ 12m の 2 段の土留め支保工を有する地下に全面路面覆工上から平均重量約 10t のプレキャスト部材 724 個を吊り下ろす。揚重作業では地上から吊り下ろすクレーンと掘削底面側の作業員との見通しがきかないため部材との接触や挟まれ事故の発生が予想された。そこで、作業員に危険箇所や注意事項をより視覚的に周知させるために 3 次元モデルで揚重作業のシミュレーション動画を作成し、現場で作業員の安全教育時に使用した（図 1、写真 2）。従来の 2 次元図面では現場状況をイメージすることが難しい場合があったが動画にすることで視覚的に現場状況を把握することができた。他にも危険箇所や注意事項を動画内の説明に盛り込むことで説明漏れを防ぎ、確実に作業員に周知することができた。その結果、無事故でプレキャスト部材の設置作業を完了することができた。

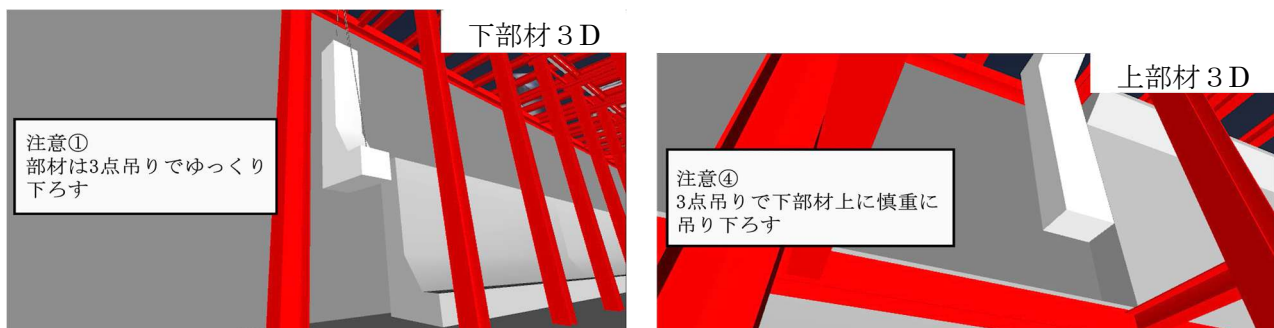


図 1 安全教育動画

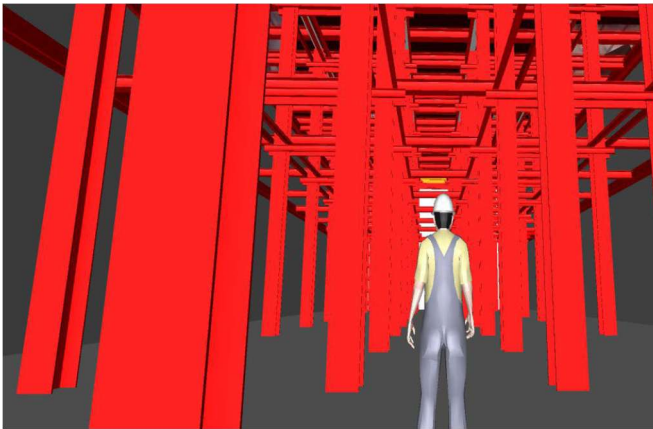


図 2 現場状況 (3D モデル)



写真 1 現場状況 (実施工)

2. 採用の効果

- ① 3次元モデルを用いて説明することで施工状況を視覚的にイメージすることができ、作業員の理解度の向上に寄与した。
- ② 2次元図面ではわからないような危険箇所や注意事項を見つけ出すことが可能になり安全への意識が向上した。
- ③ 安全教育動画をスマートフォンなどに保存しておくことで再度見返すことができ作業員に継続的な安全意識を持たせることができた。



写真 2 教育状況

3. 課題

- ① 3次元モデルの作成や動画の編集は専門的な知識が必要である。
- ② 動画作成者が現場状況や施工ステップなどを十分に把握していなければ間違った内容の動画を作成するおそれがある。

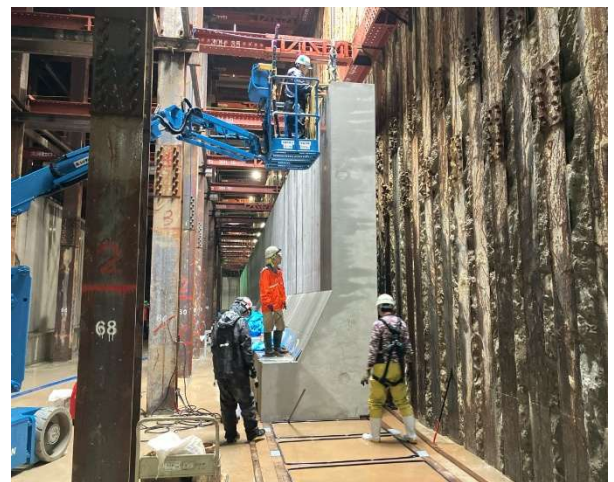


写真 3 プレキャスト施工状況

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

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ました。

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、長時間を要していました。

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ました。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ます。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りました。

【機器・技術のスペック】 ※記載すべき内容があれば (図、表でも可)

- 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)

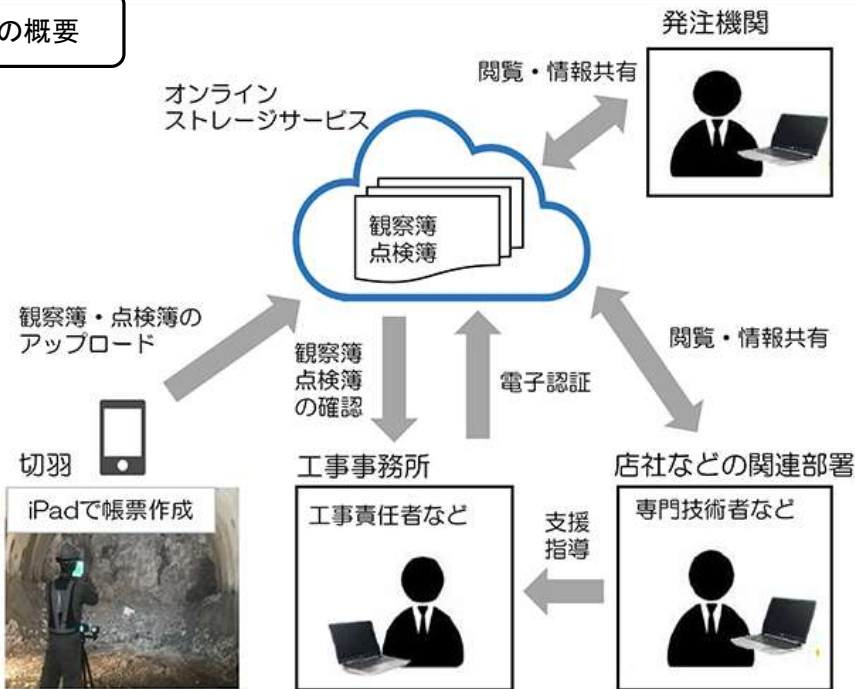
2. 採用の効果

- 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できます。
- 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できます。
- 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ます。
- 汎用的な計測ソフトウェアとの連携機能も有しており、併用も可能です。

3. 課題

基本的な機能については完成済みです。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修正しました。また、観察者の支援ツールとしてAIによる切羽評技術との連携を進めています。**

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

工事名: 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	掘削中心の距離 783.0
土質: 硬質 砂岩	粘着率 %: 612
156.0	粘着率: 粘着率 3
	20

観察項目

観察項目	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
A. 圧縮	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
B. 風化	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
C. 割れ目	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
D. 割れ目の開口	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
E. 割れ目の性状	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下
F. 湧水量	100以上	100~90	90~70	70~50	50~30	30以下

切羽10m区間での湧水量と土質による劣化状態による評価(劣化は現在および将来における可能性について判定する)

劣化	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
G1											
G2											
G3											
G4											
G5											
G6											
G7											
G8											
G9											
G10											

帳票表示

PDF書類を提出

主任(監理) 技術者 前田

主任(監理) 技術者 前田

支援カット

切羽 No. 4

CII 30+07

支援カット

記 事

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、切羽天端尾および右側で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。発破直後に2000kg級のブレーカーで裏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。

4. 他社への提供が可能な技術

他社への提供はできません。

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

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」を開発しました。

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す。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ます。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となります。モデリング作業の省力化が期待できるシステムです。

この「Gi-CIM」を清田区里塚地区市街地復旧工事に適用しました。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す。地盤改良工は適材適所で 2 工種を使い分け、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」が活用されました。

【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ました。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いました（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ます。【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まり。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ました（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ました。【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ました。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ます。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ました。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 運用できました。【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

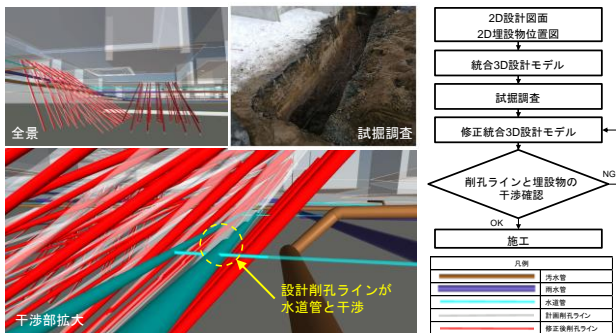


図1 削孔シミュレーション

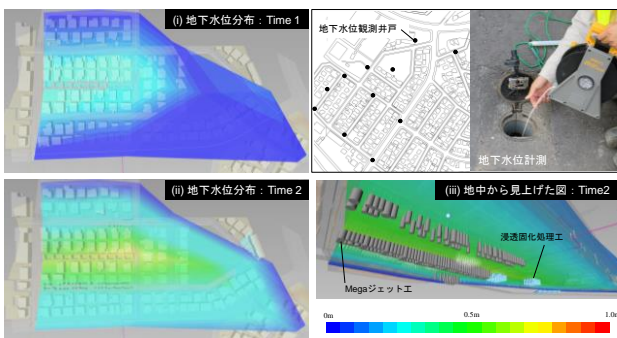


図2 地下水位の監視

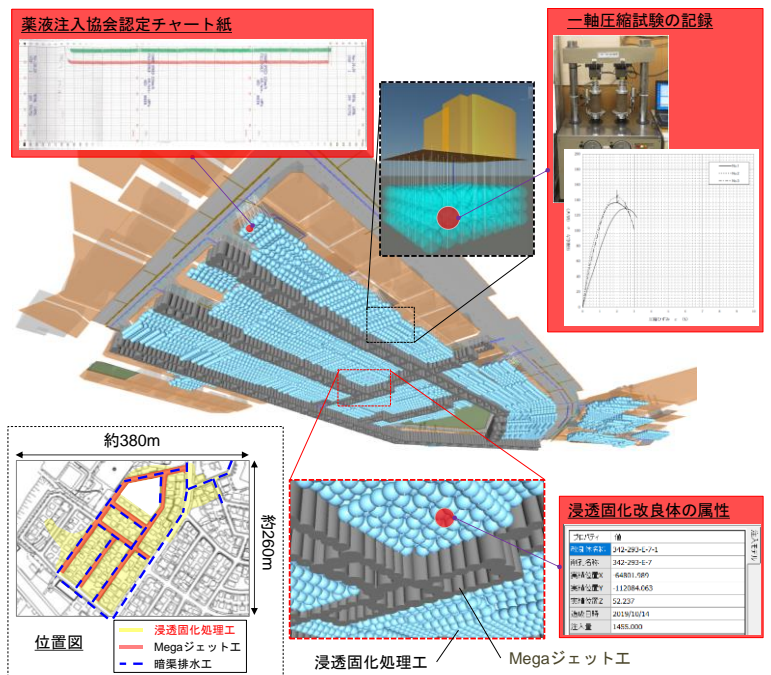


図3 施工情報の一元管理

4. 他社への提供が可能な技術 他社への提供はできません。

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

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す。代表的な活用場面は以下の通りです。

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します。

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、接触防止を図ります。

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、接触防止を図ります。

【機器・技術のスペック】

「Netis: [KTK-190007-VE](#)」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、作業安全性が向上します。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します。また、AI を用いた画像認識技術より周辺を航行する船舶を検知し目視確認をアシストします。

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ます。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、安全な作業に貢献します。

③位置確認ツール

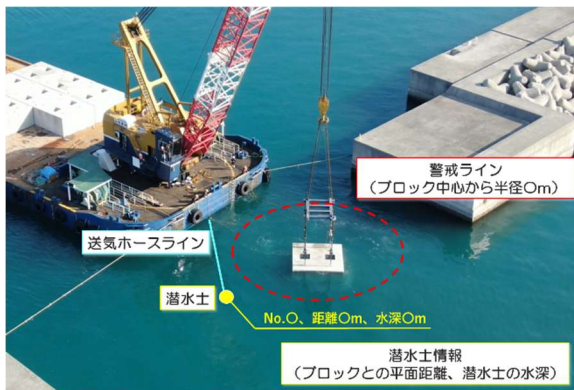
地中・水面下などの目視できない環境や夜間や逆光環境等の目視確認が難しい場面において、視覚をサポートします。周辺状況を確認しやすく、スムーズな重機オペレーションを可能とします。

3. 課題

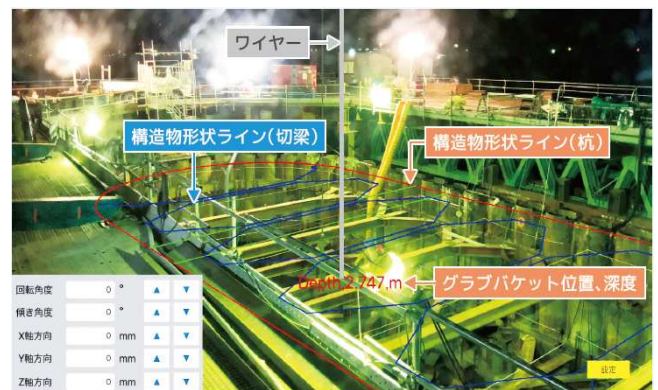
利用にあたっては、位置情報取得できる環境下であること、タブレット通信ができる環境であることが求められます。



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

4. 他社への提供が可能な技術

他社への提供はできません。

潜水士バイタル情報検知システム

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（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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

潜水士の体調変動を可視化し災害を防止

1. 事例概要

海中で作業を行う潜水士は、潜水士船との通話で状況を伝達するのが一般的であり、潜水作業中に体調が悪化した場合など、船上からは気づきにくい。このため、作業の中止や救護が間に合わなくなるケースが想定される。

一方で、陸上の作業では、腕時計型のバイタル監視装置が普及し、作業員の体調を日常的に監視し、体調不良を検知することで、休憩や水分補給をうながしたり、作業を中止させたりするなど、熱中症等を未然に取り組みが広がっている。

本技術は、潜水士用のバイタル監視装置によって体調悪化の兆候を捉えることで、体調不良に起因する潜水事故を未然に防止することを目的としている。

【機器・技術のスペック】

本技術では潜水士用に開発した特殊なバイタルセンサ（無線式）を用いる。このバイタルセンサは非接触型で肌に密着させる必要がないことから、ダイブスーツの上からベルト等で留めることができることから、潜水作業に適している。図1に示すように、体内の動き（心拍・呼吸）を検出することができ、潜水士の体調の変化を潜水士船上のモニタで可視化する。

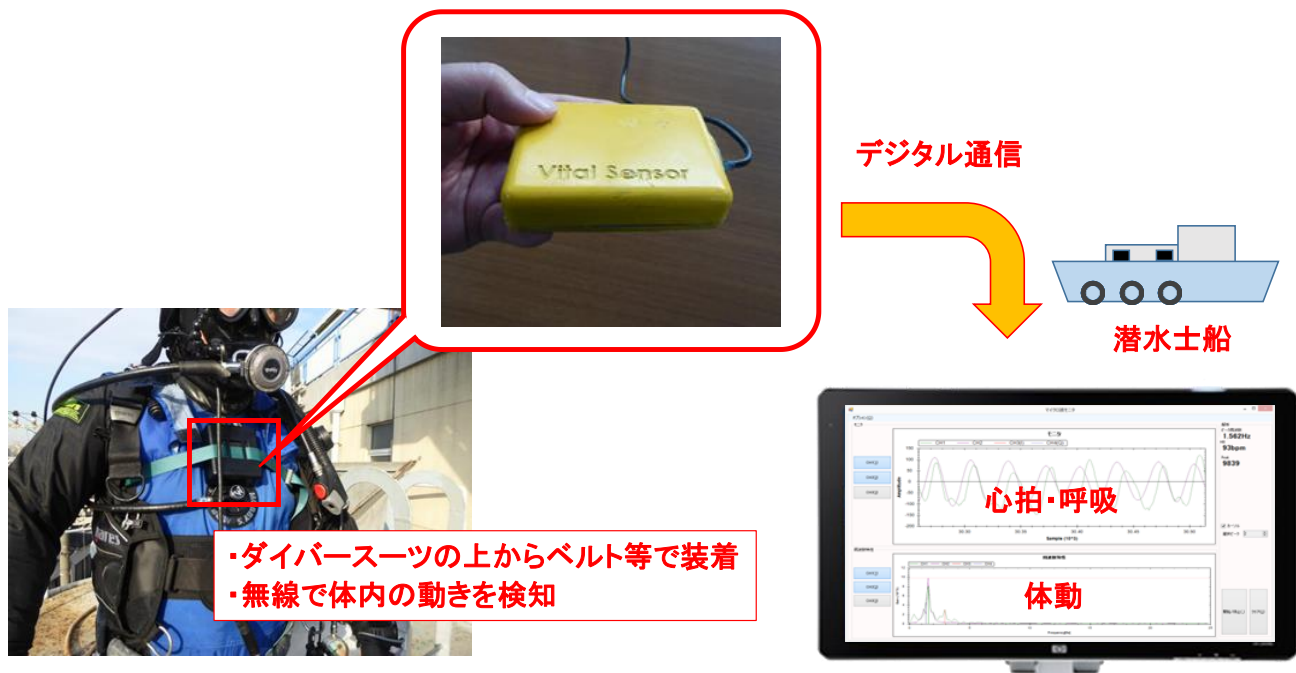


図 1 潜水士バイタル情報検知システムの概要

2. 採用の効果

本技術を用いることで、潜水士のバイタル情報を潜水士船等でリアルタイムに確認することが可能となる。これによって早期に潜水作業中の体調の変化をとらえ、体調不良に起因する潜水事故を防ぐことが可能で、安全性が向上する。

3. 課題

本システムでは、潜水士1名ごとにモニタ装置が必要である。潜水士船では3名ほどの潜水士を監視することが多いため、船上の機材が多くなることが課題である。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

五洋建設株式会社 技術研究所 土木技術開発部

TEL : 0287-39-2103

デジタル点検簿

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

持込機械、足場等の点検表をデジタル化

1. 事例概要

従来の紙ベースの点検表は管理が煩雑であり、情報の共有や検索が困難であるため、効率的な点検管理・記録が難しいという課題があった。この問題を解決するために、デジタル点検簿システムを導入することで、点検業務の効率化を図る。

デジタル点検簿は、モバイルデバイスやクラウドサービスを活用し、リアルタイムでの点検記録やデータ共有が可能であるため、紙ベースに比べて効率的かつ信頼性の高い点検管理が実現できる。

【機器・技術のスペック】

- ・モバイルデバイス（スマートフォン、タブレットなど）
- ・専用アプリケーション（技術研究所で開発）
- ・クラウド連携機能
- ・自動データバックアップ
- ・点検項目のカスタマイズ機能

【点検実施の流れ】

- ・アプリケーションに機器を登録すると QR コードが自動生成される。
- ・機械・設備に生成された QR コードを貼りつける。
- ・点検担当者に指示し、スマートフォン、タブレットなどで点検結果を入力する。
- ・点検担当者が点検を実施すると点検結果はクラウドに自動保存される。
- ・職員、職長はいつでも点検結果を確認可能することができる。

重機の車体に QR コードを貼り付け、iPad で読み取り点検



2. 採用の効果

デジタル点検簿の導入により、以下のような具体的効果が確認された。

【印刷収集やファイリング時間削減】

点検データが自動的にクラウドに保存されるため、従来の紙ベースの点検表を印刷・収集・ファイリングする手間が省ける。

【点検表紛失リスクの低減】

点検データがクラウドに保存されるため、物理的な点検表の紛失リスクがなくなる。

【確実な点検実施を促す効果】

クラウド上で点検が行われたかを把握でき、点検未実施に関しては、自動アラートメールが送信される。

【発注者からの評価】

デジタル点検簿の導入は、働き方改革につながる ICT 活用として発注者から高く評価されている。

【カーボンニュートラルとのリンク】

今後は、カーボンニュートラルの CO2 調査とのリンクを視野に入れた開発も進行中である。

【フィードバックと改善プロセス】

毎月のワーキンググループで現場の意見を集約し、必要に応じてシステム改修や個別指導を行っている。

3. 課題

【システム定着】

初期設定とユーザー教育：システムの初期設定と、その利用者に対する教育が必要。新しいシステムに慣れるまでに時間がかかる場合がある。

【操作のサポート】

操作方法の習得には支援が必要であり、問い合わせサポート体制の強化が求められる。

【技術的課題】

インターネット環境が不安定な場所での運用には限界があるため、オフライン時のデータ保存と同期の仕組みが重要。

4. 他社への提供が可能な技術

他社への提供はできません。

i-PentaCOL/3D(土工版)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

測量や ICT 建機データを可視化し施工管理を効率化

1. 概要

BIM/CIM を活用し、ICT 土工の施工管理を省力化するシステムを開発しました。このシステムでは、ICT 建機による施工の自動記録と自動計画を行っています。

i-PentaCOL/3D(土工版)は、道路中心線形、横断面形状など、パラメータ入力を行うことで3次元モデルを自動作成するシステムです。図-1にシステムによる3次元モデルの表示例を示します。

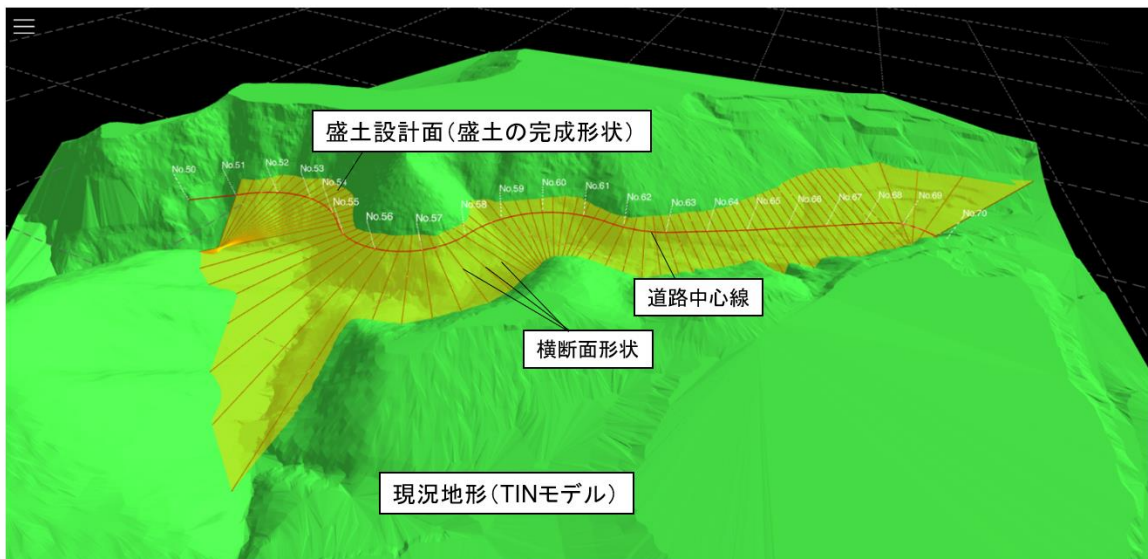


図-1 i-PentaCOL/3D(土工版) CIM 画面

これらのパラメータを内部的に変更することにより、盛土の途中過程、例えば1層ごとの盛土形状の3次元モデルを、標高を指定することで容易に自動作成可能です。一方、施工中の盛土計画面の標高は下層の盛土転圧高さ(出来形)や盛土計画面の設定勾配(縦断方向の擦り付けや雨水排水を考慮した任意の勾配等)によって変動し、ICT土工で扱う各層の盛土計画面の境界(範囲)は現況地形や盛土設計面との相互の位置関係によって変動します。盛土計画面を自動作成する際は、これらの要素を3次元的に重ね合わせ、交点を算出する必要があります。i-PentaCOL/3Dのパラメータによる作図機能を応用することで、

きる限り単純に、簡易な処理で盛土計画画面の自動作成を実現し、日々の管理を省力化します。図-2に盛土計画画面の生成例を示します。

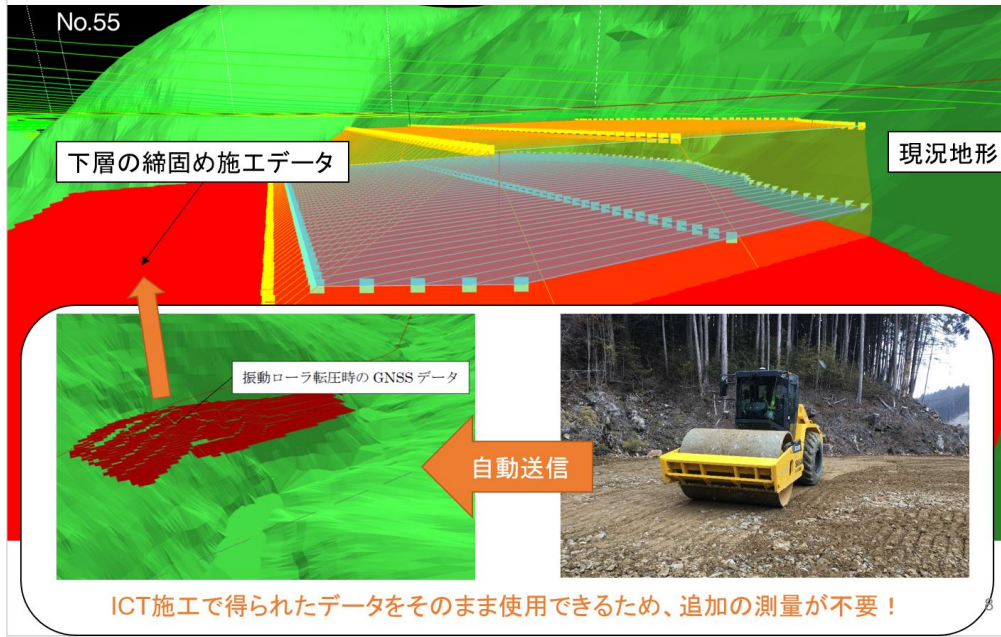


図-2 盛土計画画面の自動生成例

2. 採用の効果

ICT 土工における 3 次元施工管理プラットフォーム i-PentaCOL/3D では、単純な部分は自動化し、それ以外も職員の意図通りに即座に盛土計画画面を作成できるため、日々状況が変わる現場の盛土条件・盛土範囲に沿った ICT 施工が可能になります。

本技術は、前層の仕上がり面より次層のまき出し高さを i-PentaCOL で計算し、計算結果をブルドーザのモニターに表示することで面的に管理しながら施工をします。このため、本技術は面的なまき出し厚の施工管理となり、盛土品質が向上します。

既往の盛土まき出し高さの管理は、低頻度の管理または転圧管理に代替されています。

本手法は、転圧高さ（各層の仕上がり高さ）を逐次設計しながら、次層のまき出し高さを設定し施工するため、全面のまき出し厚を把握し、盛土工の品質管理の高度化につながります。

3. 課題

現状の機能では多種多様な盛土、切土形状へ対応することができていません。そこで複数の適用基準に準拠した機能や、切土施工を追加したシステムを構築します。

4. 他社への提供が可能な技術

他社への提供はできません。

<参考> 既に NETIS 登録をしている i-PentaCOL の内容を以下にします。

こちらは工種を問わず汎用的な機能+トンネル工事用の機能を主に掲載をしています。

「CIM を活用した施工情報収集共有システム (i-PentaCOL)」 NETIS 登録番号：QS-210005-A

本技術は、CIM を活用して建設現場の様々な情報の収集と共有、遠隔臨場等を行うクラウドシステムです。従来は、事務所あるいは臨場打合せで対応していた事項を、本技術の活用により施工計画を 3D で可視化でき、クラウドでリアルタイムに情報共有ができます。

タブレットを利用した遠隔岩判定帳票の共有

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

タブレットアプリで帳票をリアルタイム共有

1. 事例概要

従来の岩判定会議では、発注者および受注者の関係者がトンネル坑内に集まり、実際の切羽を見ながら帳票（切羽観察データシート）に記入して判定を行っている。複数人が紙の帳票に記入し、これらを集めて集計表を作成し、これをもとに協議を行うのが一般的である。

よって、遠隔臨場で岩判定を行う場合、各所で記入された帳票を、ネットワークを利用して共有する必要がある。そこで、eYACHO（株式会社 MetaMoji）を利用して共有化を実現した。また、共有帳票は開発ツール・データオプション（SQL データサーバ機能）を利用して作成し、判定値の自動算出、リアルタイム集計表示も実現している。

【機器・技術のスペック】

使用する機器とアプリケーションを表-1 に示す。

表-1 使用機器・アプリケーション

項目	構成	メーカー、業者
機器	iPad	Apple
アプリケーション	eYACHO+開発ツール・データオプション	株式会社 MetaMoji

2. 採用の効果

2-1. 遠隔臨場による岩判定 Step

遠隔岩判定時の配置および岩判定会議の Step を以下に示す。

配置：発注者判定員＝事務所、詰所
受注者職員＝切羽

Step 1：監理技術者説明（Web 会議）

Step 2：補助者① BIM/CIM データ説明（Web 会議）



図-1 遠隔岩判定配置

Step 3：補助者②③ 切羽状況、岩破碎状況のカメラ LIVE 配信

Step 4：質疑応答

Step 5：「切羽観察データシート」記入(eYACHOにて共有)

Step 6：講評、まとめ

2-2. 遠隔岩判定用切羽観察データシート

eYACHO を使えば資料を共有することができるが、入力されたデータの計算、別帳票への転記、集計といった二次利用を行うためには「開発ツール・データオプション」を利用する必要がある。「開発ツール・データオプション」を利用し、以下の内容を実現した。

- ① 各判定員が切羽観察データシートに入力した評価点の合計と加重平均点の算出(図-3)
- ② 複数の判定員の評価点とその合計および加重平均点の、判定集計シートへの自動転記(図-4)

各判定員が評価点を入力するだけで自動集計され、他の判定員の結果を判定集計シートで確認することもリアルタイムで可能となった。最後に判定集計シートを見ながら、講評およびまとめを Web 会議で行い、最終判定を行う。各判定員が「手書き署名」を書き込み、PDF 化することで提出用の帳票となる。

2-3. 実証結果

執筆現在で、中国地方整備局発注の工事にて3回の遠隔岩判定を行っている。タブレットアプリを利用した共有帳票は違和感なく利用でき、高評価をいただいた。

3. 課題

3-1. 帳票の書式作成およびカスタマイズ

切羽観察データシートは、発注者ごとに書式が異なっている。切羽観察データの数値や合計の方法にも違いがある。よって、その都度帳票の書式作成やカスタマイズが必要になるが、それを行えるのは「開発ツール・データオプション」の利用が可能なアカウントに限定される。また、その作業には SQL データベース関連の知識を要する。

3-2. タブレット貸出

eYACHO の利用にかかる費用やデータセキュリティの観点から、発注者側で利用するタブレットも受注者側で用意し、会議前に貸し出して会議後に回収するという方式をとっている。発注者側の判定員の PC やタブレットにアプリケーションをインストールするといった対応は、現況では難しい。

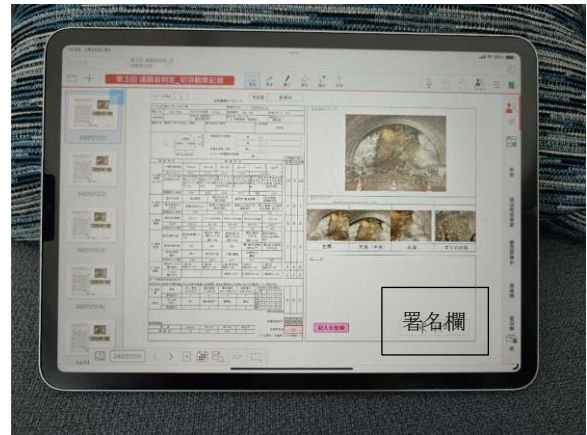


図-2 タブレット画面

シートNo	5	判定者	[Redacted]				
切羽観察データシート							
トンネル名	[Redacted]	観察年月日	2024/01/12				
測点: No.	163+79.6	坑口からの距離	177m				
		断面番号	No. 64				
土質の崩れ	タップしてテキスト	岩石名・地質時代	風化凝灰岩				
		岩石グループ(1~6)	2 中硬質岩・軟質岩				
補助工法 (掘削き・ボルトを含む) の種別	増し支保工の種別	A, B 計測					
タップしてテキストを入力	記入						
天橋部		H/2	特殊条件・状態等				
左翼部	右翼部	H/2	無し ()				
崩壊の有無・状況			無し ()				
インバート早期閉会の有無			無し				
観察項目							
一軸圧縮強度	100以上	100~50	50~25	25~10	10~3	3以下	
ボルトロード	4以上	4~2	2~1	1~0.4	0.4以下		
A. 圧縮強度 (N/㎡)							12 6 12

図-3 切羽観察データシート入力画面

岩盤判定	反映	日付	2024/01/12	測点	163+79.6m			
判定者		A	B	C	D	H.I	評価点計	加重平均点
1	右翼	12	7	6	7	1	33	33
	中央	12	7	6	7	1	33	
	左翼	12	7	6	7	1	33	
2	右翼	12	7	6	7	0	32	22
	中央	6	0	0	7	0	13	
	左翼	12	7	6	7	0	32	
3	右翼	12	7	6	7	0	32	25
	中央	12	0	0	7	0	19	
	左翼	12	7	6	7	0	32	
4	右翼	12	7	6	7	0	32	25
	中央	6	7	0	0	0	13	
	左翼	12	13	6	14	0	45	
5	右翼	12	7	6	7	0	32	24
	中央	6	0	0	7	0	13	
	左翼	12	13	6	7	0	38	
総合評価点		80以上	50~55	40~50	40以下		評価判定	D
評価	優	B	C	D				

図-4 判定集計シート表示画面

遠隔岩判定における切羽 3D データの活用

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

LiDAR で切羽 3D データを取得、遠隔岩判定で活用

1. 事例概要

従来の岩判定会議では、発注者および受注者の関係者がトンネル坑内に集まり、実際の切羽を見ながら帳票（切羽観察データシート）に記入して判定を行っている。一方、遠隔臨場にて岩判定を行う場合、切羽を直接見ることができず、資料の 2D 画像データや Web 会議上の共有画面からしか状況を確認できないため、岩盤の 3 次元的特徴を推察することは困難である。本事例は、切羽の 3D データを最新の「LiDAR」にて短時間で取得し、遠隔岩判定において資料として利用したものである。

【機器・技術のスペック】

使用する機器とアプリケーションを表-1 に示す。

表-1 使用機器・アプリケーション

項目	構成	メーカー、業者
機器 (LiDAR)	Geo Scan Advance	株式会社オプティム
アプリケーション	Trend-Point	福井コンピュータ株式会社

2. 採用の効果

2-1. LiDAR による切羽 3D データ取得

「Geo Scan Advance」は、単品 LiDAR (LIVOX 社製) に iPhone を組み合わせ、アプリによる操作と、写真合成による色付き点群データ生成を実現している。各所要時間は以下となる。

Step1: 機器セット、計測準備 ← 3分

Step2: 計測 ← 15秒

Step3: データアップロード ← 5分

Step4: PC にデータダウンロード ← 5分

岩判定対象切羽が見えてから 15 分程度で、切羽 3D 点群を PC に取り込むことができる。



図-1 Geo Scan Advance

2-2. 切羽 3D データの出力

図-2 は、実際の岩判定会議時の切羽写真である。天端から中段にかけて崩落が発生していた。切羽写真から、左右と中心部との岩質の違いは見て取れるが、崩落状況を明確にイメージすることは難しい。

一方、図-3 は同一切羽を 3D で計測し、俯瞰した画像である。天端部進行方向側の崩落状況がはっきりと確認できる。図-4 は崩落幅をアプリ上で計測している状況である。

吹付け前の切羽に近づくことは禁止されているが、LiDAR を使用すれば、切羽に近づくなくとも、手元の PC の 3D データ上で自由に計測したり、崩落土量を算出したりすることができる。

2-3. 実証結果

本技術を中国地方整備局発注のトンネル工事で適用した。執筆現在で 3 回の遠隔岩判定を行っている。その結果、切羽 3D データによる説明に対して高評価をいただいている。

切羽形状、崩落状況、深さ等が 3D 表示画面で確認できる点が非常に有効と考える。また、操作の簡便性や取得時間の短さにおいて、他のレーザースキャナー（以下 LS）系システムと比較して優位性が高い。さらに、iPhone の高精細カメラとの合成による岩盤の色の再現も、岩判定には必須の技術である。

3. 課題

3-1. 点群の閲覧アプリケーション

切羽 3D データ（点群）の取得は、LiDAR で簡易に行うことができ、点群データの閲覧や寸法計測についても PC 上で簡易に行うことができる。しかし、これらについてもタブレットで行えるのが理想と考えている。

そのためには、タブレット上で点群を閲覧操作するためのアプリが必要となるが、現状では見当たらない。ブラウザ上で点群を表示できるものはあるが、PC を基本に作られているため操作性に難がある。

3D モデル系の表示アプリは多数リリースされているので、今後期待したい。

3-2. 座標付与

トンネル内では GNSS が使えないため、計測機の位置を原点とした相対座標となる。BIM/CIM に利用する場合は、測量座標系に載せるための処理が別途必要となる。この点では LS 系の計測機に優位性がある。



図-2 切羽写真

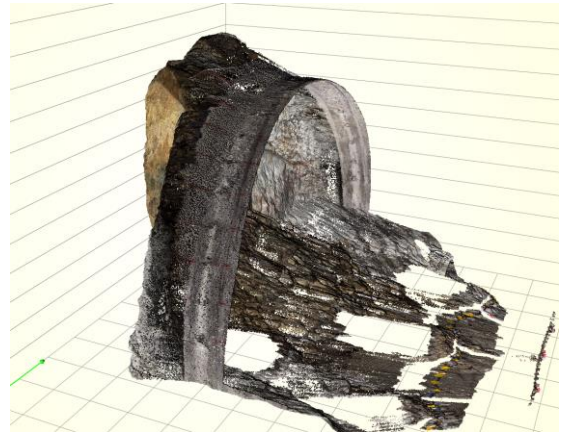


図-3 切羽 3D データ



図-4 崩落幅を計測

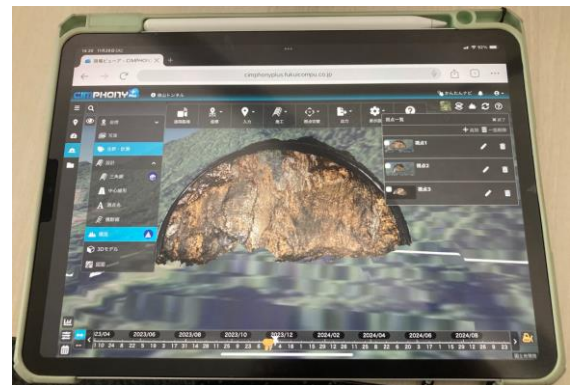


図-5 タブレットで閲覧

ヘッドマウントディスプレイによるドリルジャンボ無線遠隔操作

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

ヘッドマウントディスプレイで遠隔無線操作

1. 事例概要

近年、建設業界の人手不足が深刻化し、多様な人材の活用と現場生産性の向上が求められている。このような状況の下、重機の遠隔操作技術は場所を問わず働ける環境を構築でき、今後、有効な課題解決策となりうるものと考えられる。一方、現状の重機の遠隔操作は、多数のディスプレイにて多数のカメラの映像を視聴しながら行うことが一般的である。当方法では、重機操作に加え映像の切り替え、画角調整を行う必要がある。また、距離感が肉眼と著しく異なるため操作に熟達が必要である。当社は肉眼に近い操作の実現のため、最新のヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）を用いた映像システムを開発した。この技術をトンネル工事用機械「ドリルジャンボ」に採用し有用性を確認した。

【機器・技術のスペック】

本システムは、HMD を着用してドリルジャンボの遠隔操作を行う。ドリルジャンボに設置した魚眼レンズカメラの映像を HMD にて視聴する。切羽の仮想現実の映像をヘッドトラッキング機能により 360 度見渡すことができる。これにより、違和感のない距離感で実際のドリルジャンボの操作室にいる感覚で操作できることが特徴である。さらに、切羽の部分拡大映像の取得用に PTZ カメラ、ドリルジャンボ操作ユニットの映像取得用に HMD のパススルー機能を使用し、3 カメラの映像を HMD に合成して表示することで HMD のみでドリルジャンボを遠隔操作が可能となった（図-1～2 参照）。

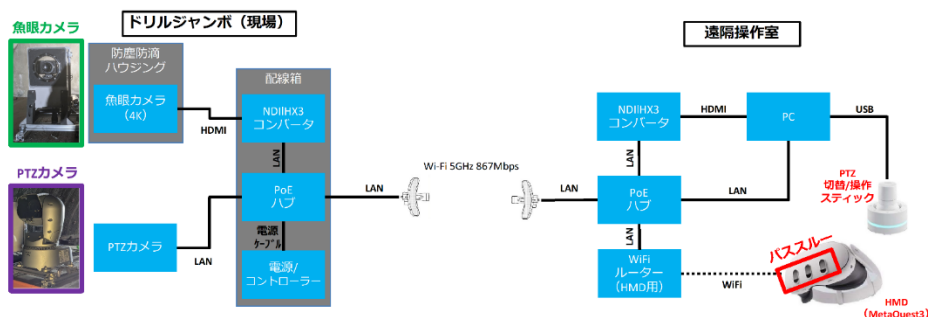


図-1 システム構成図

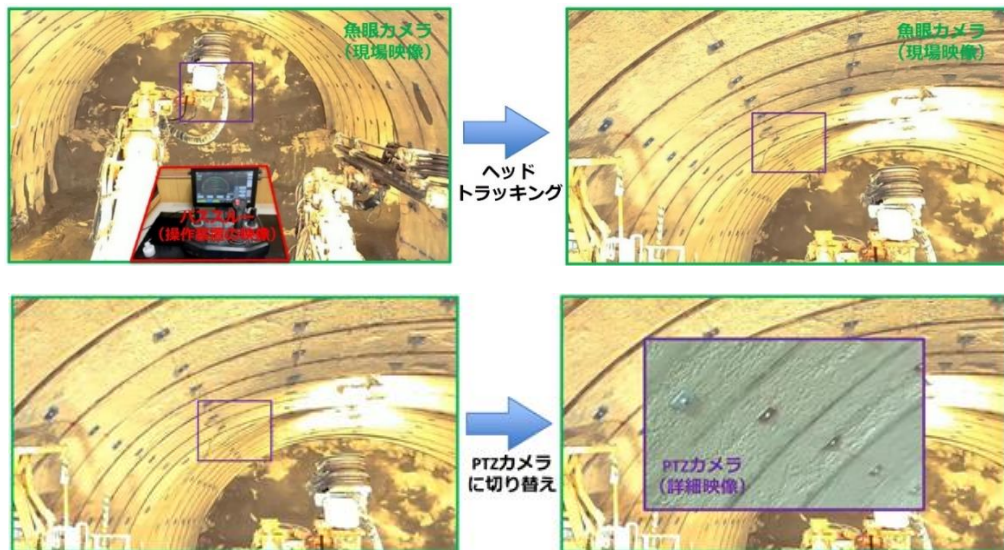


図-2 HMD での表示映像（魚眼カメラ、PTZ カメラ）

2. 採用の効果

当社の施工現場にて、本システムを導入した。切羽ドリルジャンボに対して 150m 程度後方に「操作室」を設け、当初は「有線」で接続し遠隔操作を行った。ジャンボオペレータは、HMD による遠隔操作を行った際に違和感なく、フルオートでの操作、及び手動の穿孔作業を行うことができた。また、ドリルジャンボと操作室間の通信は、「有線」による遠隔操作からスタートしたが、ドリルジャンボ、操作室に各々専用アンテナを設置し無線通信による遠隔操作を実現した。無線での遠隔操作の場合、映像操作の遅延時間が懸念点であったが、無線接続にて遅延時間を測定したところ、魚眼レンズカメラ、PTZ カメラでそれぞれ 0.5 秒、0.2 秒であった。この遅延時間であれば、問題なく遠隔操作可能である（図-3 参照）。



図-3 トンネル現場導入状況

当社では、安全性向上と労働時間短縮を目的にトンネル施工の省人化・自動化に取り組んでいる。最近では「発破パターン自動適正化システム」を実用化し効果を確認した。遠隔操作技術を組み合わせ、施工指令室（操作室）にいる「施工責任者」が発破パターンと装薬量を「発破パターン自動適正化システム」で決定して、施工指令室内のジャンボオペレータに指示するとともに施工指示データをジャンボに転送し、遠隔操作でフルオートせん孔作業を開始する一連の作業の自動化を目指している。最終的にはロボット化につながる基盤技術として現場実証を重ねている。

3. 課題

本システムにより、現場でのドリルジャンボの遠隔無線操作に遜色がないことが確認できた。また、現場操作では不可能な映像の拡大機能も盛り込むことができた。しかし、操作性を左右する映像の遅延時間は、現場で構築するネットワークにより変動する。今後は映像の遅延時間を短縮できるネットワーク構成を模索し、さらに現場外の「施工指令室」からの遠隔操作を視野にインターネット経由での遠隔操作の実現とバックホー等の汎用重機への適用を目指す。

車両搭載型安全監視カメラシステム「カワセミ」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

人の姿勢や顔の向きを検知し重機接触災害を回避（NETIS 登録番号: KT-230152-A）

1. 事例概要

カワセミは、画像解析 AI を活用して建設重機オペレータの死角となる後方危険区域内にいる人や車両を瞬時に検知し、警告音、警告灯点灯、モニター表示等でアラートを発報するカメラ監視システムである。本システムの特徴は、画像解析 AI に組み込んだ骨格推定アルゴリズムにより様々な作業姿勢に対応した人の検知機能を有すること、顔の向きから人が重機を認識しているかどうかをリアルタイムに判定しオペレータの負担を軽減できることである。

■システム構成

システムは、重機オペレータの死角を監視する単眼カメラユニット（検知領域に応じて増設可能）、カメラユニットの撮影画像から人や車両の侵入を検知する画像解析 AI サーバー、警告灯、監視モニターで構成される（図 1）。

カメラ・警告灯・監視モニターはマグネットで簡単に固定できるため、重機の種類を問わず後受け設置が可能である（図 1）。またポータブル電源（オプション）を利用することができ、重機から電源が取れない場合でも利用可能である。カメラ画像やアラート履歴は USB メモリに記録できるため、ヒヤリハットなどの安全検証や補償対応にも利用できる。

■技術のスペック

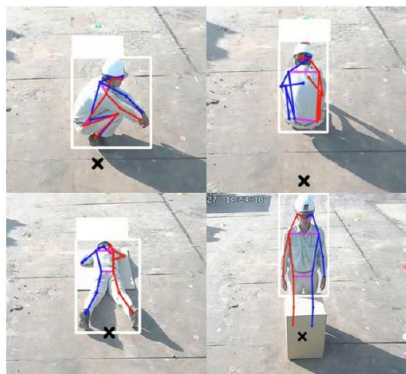
- 画像解析 AI は、人間の骨格を機械学習により習得し多様な姿勢に対応可能で、しゃがんだ状態や手荷物等に隠れて体の一部が画像に映っていない場合でも、人の存在を検知できる（図 2）。さらに、人と重機との距離は検知した人の座標とカメラの画角を基に光学計算で求める。

- 骨格から推定した目・鼻・耳の位置関係を基に、当該人物が重機を視認しているかどうかを判断することができる。これにより、アラートの発報レベルを「注意」から「警告」へと段階的に上げるといった運用が可能となり、人が重機に気づいていない“より危険な状況”にフォーカスしたアラートによりオペレータの作業への影響を最小限に抑えることが可能になる（図 3）。

- 人物に加えて車両を検知する機能も備えており、重機と車両の衝突回避にも効果を発揮する。



図1 システム構成



- 人の骨格を、右側(赤線)と左側(青線)を区別して認識するため、様々な姿勢を推定できる。
- ×印は足元の推定位置。常に安全側の評価(実際よりも重機に近い評価)となるように算定。

図2 骨格推定



図3 顔の向き推定

2. 採用の効果

安全性向上

- ・骨格推定アルゴリズムを搭載した画像解析 AI により、建設現場における様々なシチュエーションに対応可能で、建設重機オペレータの死角となる後方危険区域内にいる人や車両を瞬時に検知しアラートを発報する事で、重機接触災害の防止に貢献する。
- ・当該人物が重機を視認しているかどうかを判断して、アラートの発報レベルを「注意」から「警告」に上げるといった運用が可能となるため、オペレータが状況に適切に対応できるようになり作業の遅れや事故の発生を防ぐことが可能になる。

3. 課題

アラートのみであり、重機の自動停止機能は備えていないこと。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の購入やレンタルに関する問合せ先】

エヌディーリース・システム(株) システム商事部 渡邊

TEL : 080-6083-9612

E-mail : watanabe@ndls.co.jp

参考サイト : [車両搭載型 AI 監視カメラシステム「カワセミ」を商品化](#)

参考サイト : [AI で重機オペレータの死角をカバーする車両搭載型安全監視カメラシステム「カワセミ」](#)

参考サイト : <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-230152%20>

3 眼カメラ配筋検査システム 「写らく」

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)						
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

現場でらくらく配筋検査，わずか 5 秒で帳票作成



←動画やリーフレットが
ご覧いただけます。

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。このため、3 眼カメラを用いた配筋システムを開発し、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。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。阪神高速道路株式会社の立会検査などにも採用されており、様々な発注者の工事に採用が拡大している。また、「第 4 回 日本オープンイノベーション大賞」で『国土交通大臣賞』を受賞するなど、「写らく」は各選考団体から高い評価を受けており、(株)カナモトを通じて全国でレンタル中である。



写真 1 システム外観



写真 2 「写らく」使用状況



写真3 検査帳票の表示例

写真4 重ね継手長計測の表示例

【機器・技術のスペック】

システムは、写真1,2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。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る。写真3のような検査帳票が鉄筋の層毎に表示され、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。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。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4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る。<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2023/2022078.html>

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。
- ・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、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。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

カナモト 広域特需営業部 高橋

TEL : 090-6260-1096, E-mail : ma_takahashi@kanamoto.co.jp

OPTiM Geo Scan によるコンリート打設の数量算出

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

生コンクリートの廃棄量低減・施工管理の高度化

1. 事例概要 (和文・欧文とも MS ゴシック 10.5pt を標準とする)

OPTiM Geo Scan(以下、Geo Scan)は、LiDAR 機能を搭載した iPhone を用いて 3 次元測量や点群データの取得が可能なスマホアプリである。同アプリは、取得した点群データを活用することで土量やコンクリート打設時の残り打設量の算出などの機能を持ち、スマホ一台で計測・分析・結果表示を一気通貫で実施することができる。また、測量や点群計測に関する専門知識やノウハウを必要とせず、曲面などの複雑な形状であっても計測することができるため、導入障害はほぼないと言える。

本取組では、CO2 排出量の多い生コンクリートの廃棄量低減など環境負荷低減が求められる社会的背景を踏まえ、Geo Scan による「残りコンクリート打設量計算」の高度化・高速化によって、廃棄コンクリート量の低減と現場での拘束時間縮減による生産性向上を実現した。

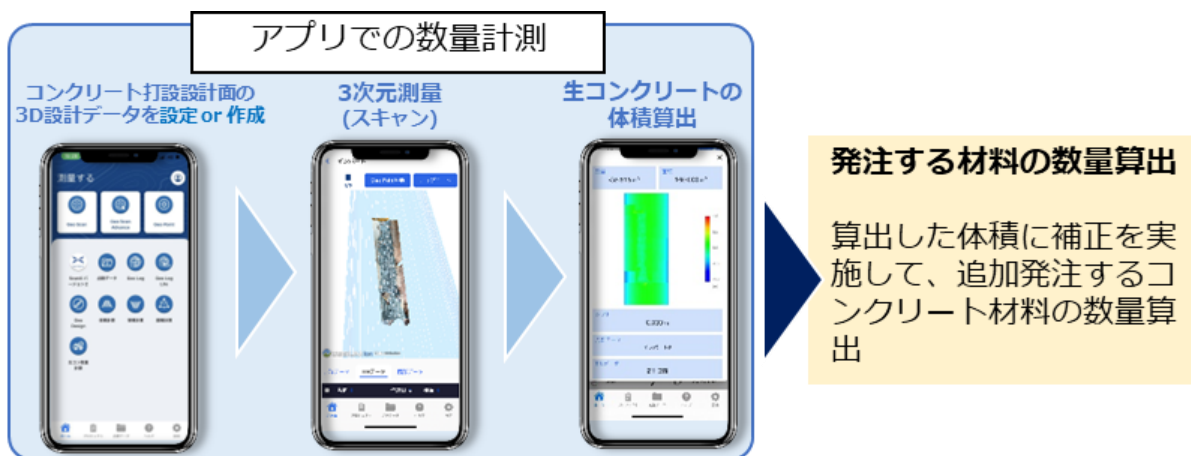


図 1 Geo Scan によるコンクリート残量算出のイメージ

【機器・技術のスペック】 ※記載すべき内容があれば (図、表でも可)

iPhone Pro13 以降の Pro シリーズ

OPTiM Geo Scan HP : <https://www.optim.co.jp/construction/optim-geo-scan/>

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）

■インバートコンクリート打設工事：（鉄道及び高速道路の2現場のトンネルで実施）

- 誤差-1.48～1.83m³（実打設体積に対する誤差率-1.8%～2.1%）の精度を得られた。
- 1ブロック（50立米）あたり1～2m³の廃棄が削減されるとすると、トンネル全体（200ブロック）では体積200～400m³のロス削減を見込める。

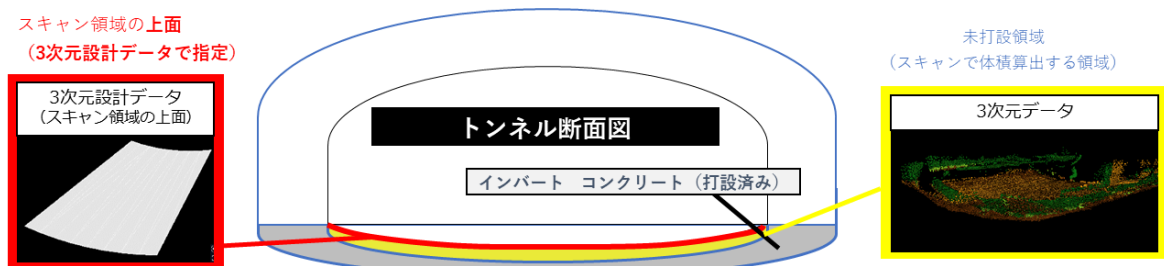


図 2 インバートコンクリートでの残数量算出の概念図

■覆工コンクリート打設工事：（高速道路のトンネル現場にて実施）

- 誤差-1.0～0.63m³（実打設に対する誤差率-1.9%～-0.4%）の精度での計測結果を得られた。

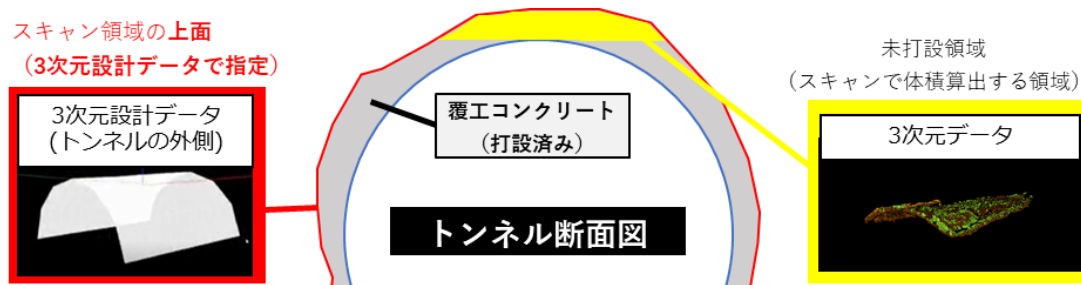


図 3 覆工コンクリートでの残数量算出の概念図

3. 課題 ※ 本文（和文・欧文とも MS 明朝 10.5pt を標準とする）

■インバートコンクリート：

- ・ より多くの現場での利用推進・普及と本手法の更なる標準化、効率化の推進

■覆工コンクリート：

- ・ 更なる検証による精度向上、実用化に向けて必要な知見の蓄積

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社オプティム デジタルコンストラクション部

TEL： 0570-783-863 、 E-mail: geoscan-planning@optim.co.jp

【参考】採用効果

品質	品質向上、品質管理
施工	施工性、施工管理
コスト削減	材料費
労働時間短縮	待ち時間解消、後作業時間削減
普及効果	地域建設業の底上
PR 効果	建設産業等のイメージアップ、SDGs、環境負荷低減、若手や女性の活躍

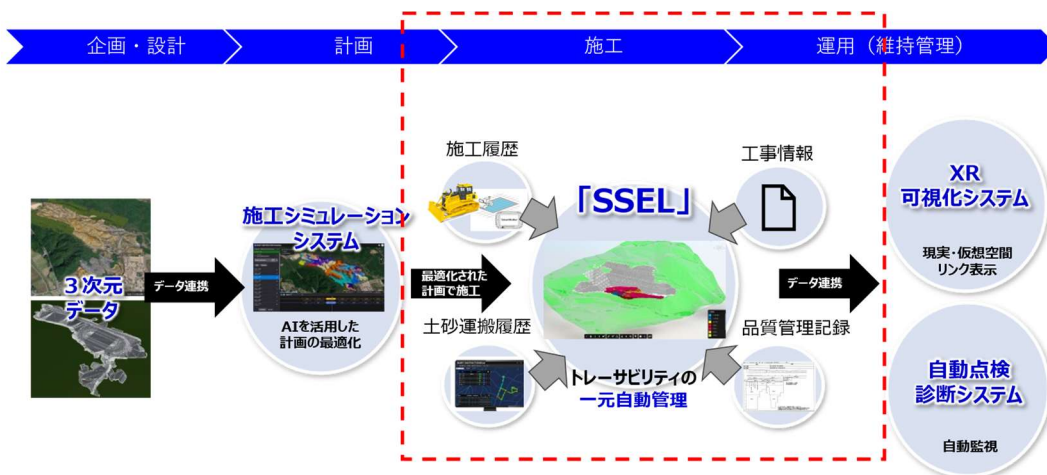
盛土品質・トレーサビリティ管理システム「SSEL（エスセル）」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

盛土規制法改定を踏まえ、盛土品質・トレーサビリティ管理を一元化

1. 事例概要

令和3年に発生した大規模土石流災害を契機に、盛土規制法が施行され、土砂の搬入から受入、施工、維持管理に至るまで、より厳格なトレーサビリティ管理が求められるようになった。本工事（新名神高速道路 梶原トンネル工事）では、トンネル工事に加え、約60万m³、最大高さ40mの大規模盛土を施工している。複数の発生源から多様な土砂を受入れるため、品質・履歴情報の一元管理が重要課題となった。これらの背景を踏まえ、盛土品質・トレーサビリティ管理システム「Shimizu Smart Earthwork Logs (SSEL)」を開発し、現場実装に適用している。



【システム構成・技術のスペック】

SSELは、土質試験結果、搬入元情報、施工履歴情報を統合し、3次元モデル上で可視化・管理するシステムである。施工段階では、バックホウおよびダンプトラック搭載IoTデバイスによる位置・運搬データ取得 ICTブルドーザ・GNSS転圧ローラによる敷均し・転圧データ取得を実施し、各データをクラウド上で一元管理する仕組みとした。特別な専用機器を用いることなく、市販IoT機器とICT建機を活用することで、実用性と汎用性を確保している。



動態管理デバイス



ICT ブルドーザ

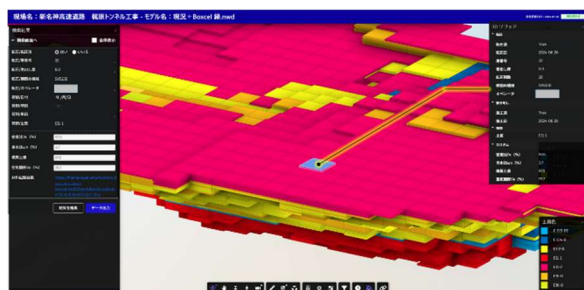
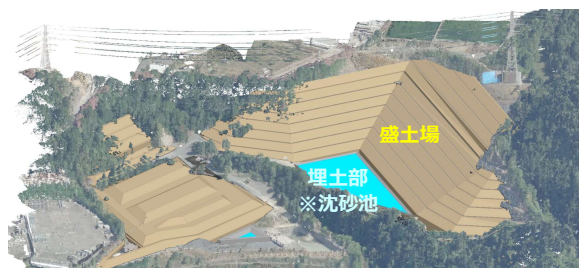


GNSS 転圧ローラ

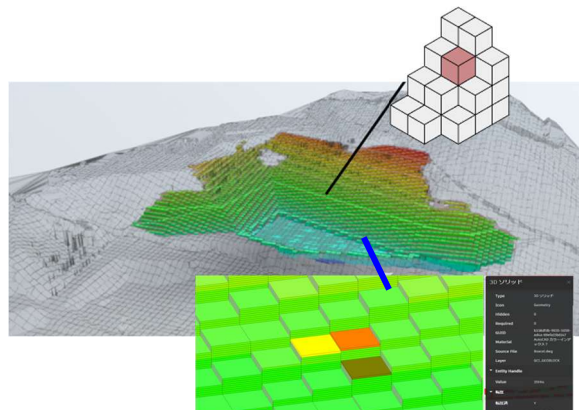
SSEL は、盛土を 5m×5m×0.3m のボクセル単位で管理し、荷降ろし・敷均し・転圧の各工程データを連続的に接続することで、施工履歴を途切れることなく格納できる仕様である。各ボクセルには材料属性を付与する。Web アプリケーション上のビューアで、①属性検索（施工日・材料種別等）、②任意断面表示、③タイムライン表示が可能であり、施工状況や土量のリアルタイム把握および維持管理段階での履歴確認に対応している。



ダンプトラックの走行管理画面



アプリケーションビューア 属性情報



ボクセル単位での管理

2. 採用の効果

1. 品質管理業務（書類作成含む）の効率化
2. 土構造物トレーサビリティの一元管理
3. 施工履歴の即時可視化による迅速な意思決定
4. 施工完了以後の迅速なデータ抽出・確認

3. 課題

通信環境が脆弱な場合、重機および運行車両の位置情報に欠損や遅延が生じ、データ精度に影響を及ぼす可能性がある。そのため、安定した運用には通信環境の整備が課題である。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の利用に関する問合せ先】

株式会社 EARTHRAIN 平田 TEL : 070-4283-9562

E-mail : shusaku_hirata@earthbrain.com

吹付けナビゲーション

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

吹付けナビゲーションは、山岳トンネル現場のコンクリート吹付け作業において、吹付け厚さをリアルタイムに計測・可視化する施工管理支援システムである。粉じん環境下で計測可能なミリ波レーダにより吹付けノズルから壁面までの距離を取得し、出来形設計断面との比較結果を表示する。モーションキャプチャカメラにより吹付けロボットのノズル位置を補正し、高精度計測を実現する。※本システムは、エフティーエス(株)、戸田建設(株)、西松建設(株)、前田建設工業(株)との共同開発技術である。

【機器・技術のスペック】

吹付けナビゲーションは次の機器にて構成される。

① ミリ波レーダ

- ・ 吹付けノズル部に取付けた6ヶのミリ波レーダ(図1)により、粉じんの影響を受けずにコンクリート吹付け中にリアルタイムに吹付けノズルと吹付面との距離を安定して計測する。

② 吹付けロボット

- ・ 3段式6軸構成の吹付け専用ロボット(図2)により、ロボットアームのノズル位置を高精度かつ遅延なく制御する。



図1. ミリ波レーダ

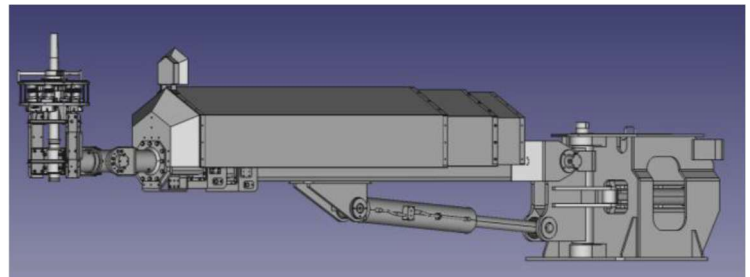


図2. 吹付けロボット

③ モーションキャプチャカメラ

- ・ 吹付けロボットの姿勢に応じてアームにたわみが発生するため、アーム先端の吹付けノズル位置を正確に計測するためにはたわみ補正が必要である。モーションキャプチャカメラ(図3)に

より、コンクリート吹付け中のロボット姿勢に追従してリアルタイムかつ高精度にノズル位置を計測する。

④ リアルタイム吹付け出来形計測ソフトウェア

- ・ 吹付け前後の計測結果に基づく実吹付け厚さの表示に加え、出来形設計断面に対する出来形状況をリアルタイムに可視化する。画面表示は 3D 表示および 2D 表示に対応しており、鳥瞰図やノズル位置からの視点など、吹付けオペレータの好みに応じて切り替えが可能（図 4）。



図 3. モーションキャプチャカメラ

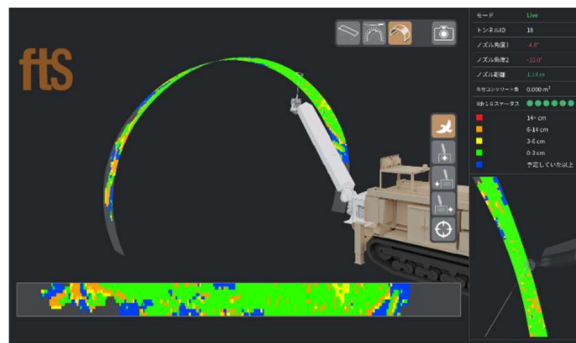


図 4. リアルタイム吹付け厚さ表示

2. 採用の効果

- ① 品質確保の効果：吹付け出来形や厚さをリアルタイムに把握できるため吹付け過不足箇所の即時修正が可能
- ② 省人化の効果：切羽直下の出来形確認・記録作業の省人化
- ③ 安全確保の効果：切羽直下の高濃度の粉じん・肌落ちリスクが高い箇所への立入りを低減(切羽前方 45 度範囲)
- ④ 経済性の効果：吹付けコンクリート数量の事前把握により、材料ロス(余分な吹付けコンクリート)の発生を防止
- ⑤ 環境負荷低減の効果：材料ロス(余分な吹付けコンクリート)を防止し、製造から施工に至る過程で発生する CO2 を低減

3. 課題

多彩な高精度計測器を使用するため、トータルコストが増加する。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

エフティーエス株式会社 開発営業部 四塚

TEL : 03-6206-2220 E-mail : yotsu@fts-ltd.jp

コンクリート構造物の変状診断を行う AI 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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

3,000 を超える専門技術者の変状診断結果を AI が学習

1. 事例概要

コンクリート構造物のメンテナンスを行う際、コンクリートの変状を正しく診断することは、正しい補修対策選定の上で非常に重要であるが、以下のような課題を抱えている。

- 1) 地方自治体や海外の事業等、コンクリート構造物の変状原因を推定する技術者が減少している。
- 2) 社会インフラの包括管理を見据え、民間事業等における維持管理面での省人化/効率化、診断水準の平準化が求められている。
- 3) コンクリート構造物の変状原因推定技術を継承していく必要性が高まっている。

これらの課題を解決するため、専門技術者に替わりコンクリート構造物の変状原因を推定できる AI アプリ『AI 診断士』を開発した。

【機器・技術のスペック】

AI 診断士は iPad 上で稼働するアプリとして構築しており、主な特長は以下のとおりである。

- 1) 3,000 を超える、専門技術者による変状診断結果を AI に学習させている。
- 2) 写真から変状を判断する「画像 AI」に加え、写真に含まれる位置情報 (GPS 座標) や若干の構造物諸元データから診断を行う「データ AI」を搭載、画像 AI の診断結果を補完する (図 1 参照)。
- 3) 総合的な変状診断結果の正答率は 88% であり、専門技術者に近い診断精度を持つ。
- 4) 変状診断後、対応する一般的な対策工法まで表示することが可能である。

2. 採用の効果

①労働時間短縮・コスト短縮

・AI 診断士は誰でもコンクリート構造物の変状診断が可能であり (写真 1~2)、従来のように専門技術者が直接現場に向く必要はない。また撮影済みの写真を取り込んで診断することも可能なので、例えばパトロール時にスマホなどで写真だけ撮影しておき、後で診断を行うことも可能。

- ・1回の診断に要する時間は5分以内であり、技術者による診断が1箇所あたり30分程度と想定すれば、約1/6に時間短縮できる。

3. 課題

- ・診断精度をさらに向上させるためには、教師データを増やし、追加学習が必要であること。
- ・現状、サービスを一般に提供するための体制が整っていない。

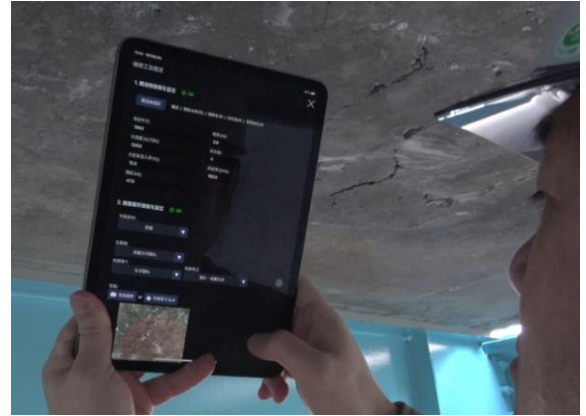


図1 AI診断士の診断スキーム

写真1 AI診断士の使用状況



写真2 AI診断士の画面

現場の点検業務用スマホアプリ SB+ (エスビープラス)

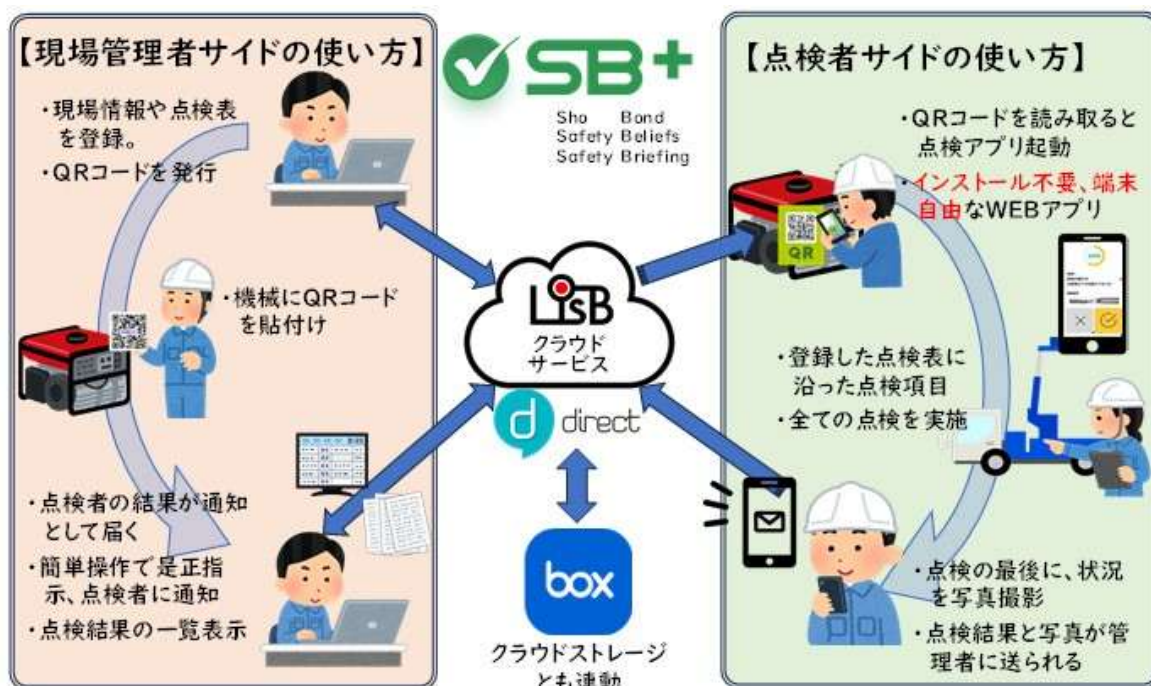
取り組み事例分類	3D 測量		UAV		BIM/CIM		VR・AR・MR	
	自動・自律		ICT 建機		ロボット		GNSS	
	遠隔臨場		情報共有システム		書類・掲示の電子化		AI	
	その他 (実効性)							
適用施工プロセス	測量		設計		施工		維持管理	
	その他 (教育)		その他 (事務業務)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

携帯端末を使って、日々の点検を簡単・確実に実行

1. 事例概要

現場での点検業務は安全の根幹をなすものであるが、点検作業そのものが形骸化しがちである。今回開発した点検アプリ「SB+」は以下の特徴を持ち、点検業務のデジタル化/ペーパーレス化に寄与し、形骸化を防ぐことに効果がある。

- ・ 予め点検対象に QR コードを貼付、点検者はこれをスマホ等で読み取ることでアプリが起動する。
- ・ 点検完了時に対象の写真を撮影する必要があるため、確実に点検対象の場所で点検が実施される。
- ・ 点検の結果、不良があった場合、タスクとして是正処理まで行うことが可能。
- ・ 点検データはクラウド上に保存され、管理者（監理技術者等）は適宜呼び出して確認できる。



SB+の概要

2. 採用の効果

- 紙の「点検表」を使わないため、完全ペーパーレス化できる。
- 点検完了写真を登録する必要があり（保存した写真取り込みは不可）、点検の形骸化を防ぎ、実効性を高める。

3. 課題

点検の実施に通信が必要であり、通信環境のない場所での点検ができない。



点検者用スマホ画面
(QRコード読込
⇒アプリ起動)



点検者用スマホ画面
(点検時)



点検者用スマホ画面
(点検完了時: 対象の
写真撮影が必要)



点検者用スマホ画面
(不良報告時)

点検表	機梁	機器/車両、その他	2月	日															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
高所作業車 (共通)	AAA機		AM																
			PM																
安全担当が行う現場巡視	AAA機		AM																
			PM																
安全担当が行う現場巡視	BBB機		AM																
			PM																
作業開始前の足場点検 _2024_06_12版	AAA機		AM																
			PM																

管理者用 PC 画面 (点検結果管理、点検表管理、QRコード発行等)



管理者用スマホ画面
(不良報告時)

GNSS アンテナ一体型 AR の現場活用 2323

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

高精度位置情報を有した AR を使って安全性・生産性を向上

1. 事例概要

当工事は、荒川流域洪水対策事業の荒川第二調整池整備において、約 500m の囲繞堤を築堤する工事である。築堤箇所には 2 箇所の埋設管があり、埋設管に平行に近接施工で地盤改良工事を実施する。埋設管は土被りが薄く、浮き上がりの問題があり試掘が出来ないため、探針調査結果を現地にプロットし、注意しながら地盤改良の近接施工を実施する必要がある。ただし、プロット杭が施工中に移動する可能性が高かった。

このため、センチメートル級の位置精度を有した GNSS アンテナ一体型の AR 機器を用いて、座標を持った埋設管 3D データを現地に投影させ監視することで、埋設管と重機の接触を事前に防止し、安全性の向上を図った。また、現場見学等に利用した。

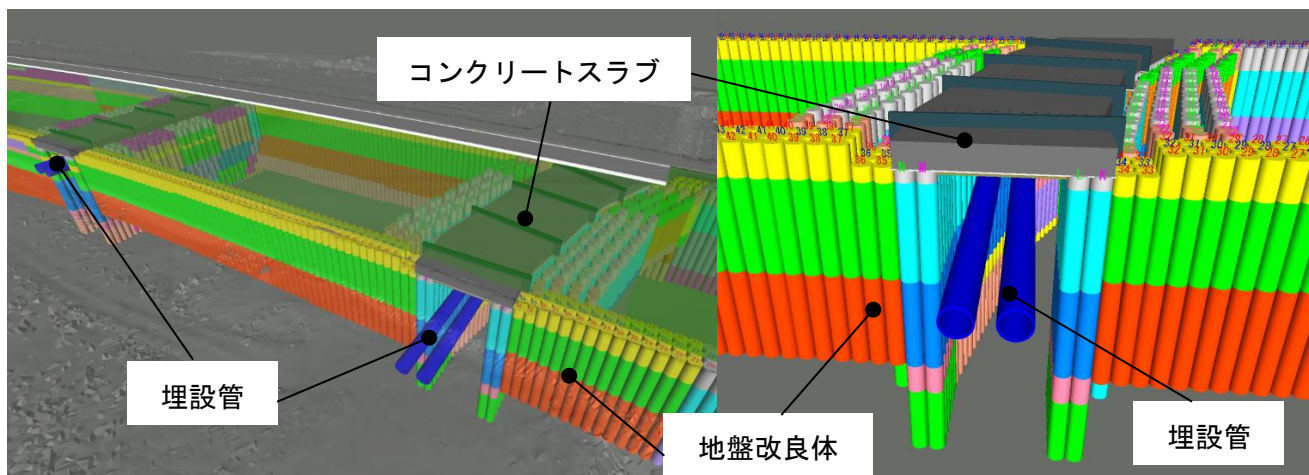


図-1 現場全景モデル

図-2 埋設管位置関係

【機器・技術のスペック】

- ・ Trimble Site Vision Handy タイプ (株式会社ニコン・トリニブル社)
- ・ Android 搭載のスマートフォン

2. 採用の効果

安全性・・・試掘調査が出来ずに、測量結果のみで施工を実施する必要があったため、施工時に監視する事で、埋設管に影響なく施工を完了することができた。

生産性・・・測量結果を現地にてプロット杭で位置出ししたが、地盤改良時の盛上り土の影響で杭の移動が見られた。本来は、再度、現地測量で位置出しをし直す手間が発生するが、精度の高いGNSS一体型であるため、位置出しの手間が省けた。

■測量手間

箇所数 6箇所×5=30測点（埋設管1箇所当たり）

2人×5h×5回（程度）×2箇所=100h の生産性向上



写真-1 地盤改良時 AR 使用状況

PR 効果・・・現場見学時の説明ツールとして利用することで、完成イメージ等の共有を図れる。現場説明用のPR動画にて紹介することでPR効果があった。

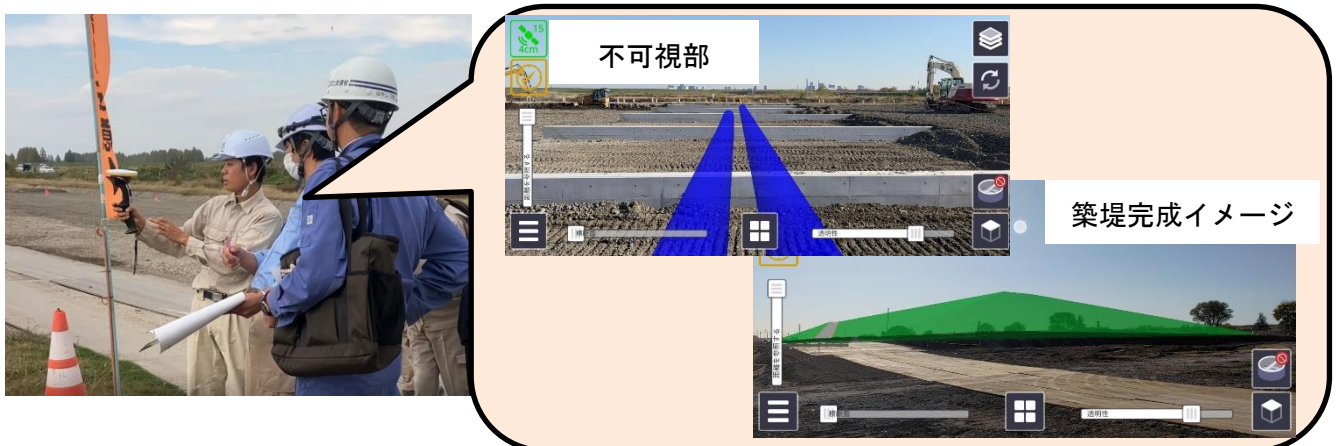


写真-2 現場見学会説明状況

3. 課題

- ・位置合わせのためのキャリブレーションが必要であり、細かい操作方法を現場職員が覚える必要がある
- ・3Dデータの作成とクラウド上にアップロードを現場職員が実施するには負担が大きい。
- ・GNSSを利用するため、時間帯に寄ってはズレが発生する。また、深さがあるものは分かりにくい。
- ・今回は、外からの監視で使用したが、本来は重機OPが手元で確認できる方法が望ましい。

4. 他社への提供が可能な技術

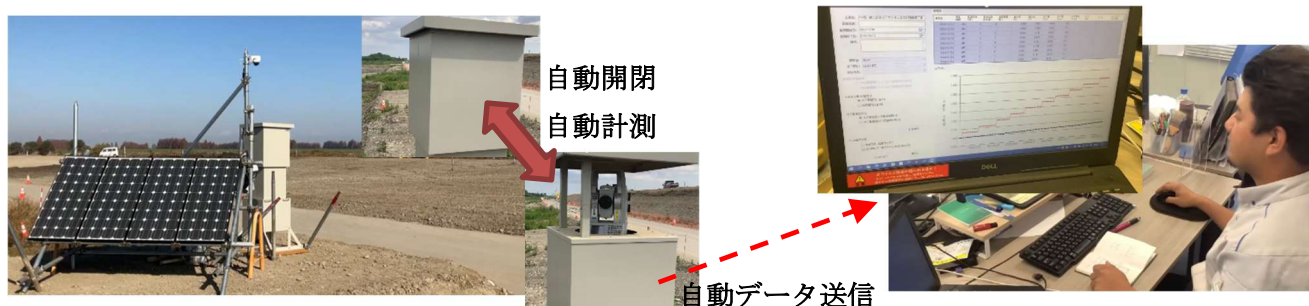
製品であるため利用可能。

沈下・変位自動計測システム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

沈下地盤上に 10m 以上の築堤をする工事において、地盤改良は堤防脇の管理用道路が側方移動防止のため盛土の両脇を改良しており、盛土自体の沈下を許容している状況であった。想定沈下量を大きく越えないか、側方移動発生していないかを確認するため沈下計と変位計を計測する必要があった。施工範囲は 500m×80m あり、計測箇所は 36 箇所であった。施工中は、1 回/日の頻度で計測する必要があり、観測したデータを管理図に手入力するなど、非常に繰り返し作業の多い管理が必要となった。今回の観測手法は定点観測用のプリズムを沈下盤・変位杭に設置し、決められた時刻に自動的に計測するように自動化することで、計測にかかる人数を大幅に削減した。また、計測データは内臓 PC から自動的にメールで送信し、現場から離れた現場事務所でメールを受領・展開し、専用ソフトで読み込むことで、管理図作成が出来る仕組みとした。



【機器・技術のスペック】

計測機器：トプコン製 TS 「MS05AX II」または「MS1AX II」

推奨動作環境：Windows Vista/7/8/10

ソフト起動：.NET Framework4 が必要

管理表出力：Excel2007 以上が必要

HP：<https://www.iwasakinet.co.jp/iwasaki-solution/monitoring-system/realtime-system/>

2. 採用の効果

工法	従来工法		トータルステーション利用		今回	
概略						
沈下計測	レベル		自動追尾		自動追尾	
変位杭	光波+テープ		トータルステーション		トータルステーション	
相伴	手持ちミラー・スタッフ		固定式ミラー (相伴者なし)		固定式ミラー (相伴者なし)	
観測者	0.5	人工/日	0.5	人工/日	-	人工/日
測量相伴	0.5	人工/日	-	人工/日	-	人工/日
データ 処理	0.1	人工/日	0.1	人工/日	0.05	人工/日
合計	1.1	人工/日	0.6	人工/日	0.05	人工/日
データ数	260	日分	260	日分	365	日分
年間延べ 人工	286	人工	156	人工	13	人工

- ・現場での計測が不要となり、データ処理もメールで受信したデータをドラッグするだけであるため、従来に比べ大幅な計測時間の短縮ができた。
- ・完全機械化であるため、休日・長期休暇においても計測が可能であり、詳細なデータ観測をすることでより精度の高い沈下計測ができた。
- ・通常ではミラーを据えるために法面の昇り降りが発生するが自動計測であるため移動がなくなり安全性が向上した。
- ・自動追尾式トータルステーションとしても現場で使えるため、視認範囲内での現場利用が非常に便利であった。(機器の持ち運びなし、据付不要による作業効率向上)

3. 課題

- ・進捗を想定した初期位置の設定をしなければ(今回の場合は将来の築堤を見据えて器械に支障がない及び視認性確保ができる箇所に設置)盛替え作業が発生する。
- ・電源がない現場であったため、太陽光パネルを設置したが電源があれば不要。常時計測の場合は電力が不足する。
- ・データを受領後にデータ処理に人工がかかるため、RPAなどで自動化すれば完全自動化となる。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社岩崎 企画調査部 規格開発グループ 山本(営業) 佐々木(技術)

TEL : 011-252-2000

E-mail : n-yamamoto@iwasakinet.co.jp y-sasaki@iwasakinet.co.jp

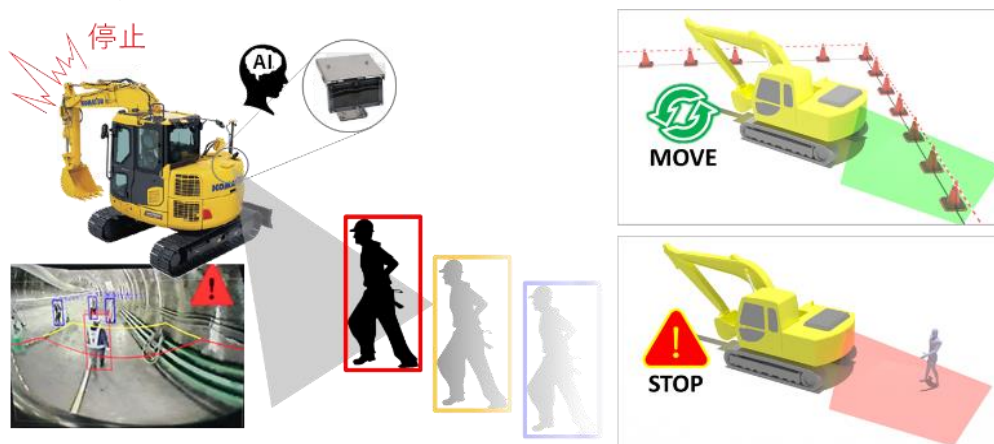
AI カメラを用いた人体検知システム「T-iFinder」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

重機に AI カメラを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

現行の人体検知技術として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保持し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。しかし、IC タグの管理が煩雑だったり、検知範囲の調整等が困難で敬遠されがちである。そこで AI・画像処理の技術により、人体だけを検知して警報発報や重機の動作を自動停止させるシステム「T-iFinder」を提供する。



自動安全停止システムイメージ

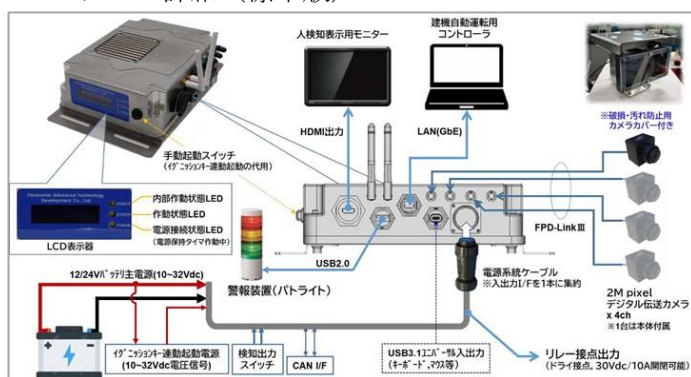
カメラはマグネットマウントにより取付位置を自由に変更することができる。また、重機のサイズや作業条件により画角が変わるため、警報や自動停止等の要求エリアをカメラごとに設定することができる。出力は 7 インチモニターと警報音付きパトライトを標準とし、設定したエリア毎に警報と画面上での警告が表示される。また、重機側に「減速」や「非常停止」といった機構を有していれば、本システムと連動することができる。

このような標準版とは別にネットワーク対応筐体に転用した使用も可能で、これによってカメラ映像を遠隔監視に利用することができる。当該筐体については現在、現場実証を進めている段階ではあるが、導入先の現場映像をもとに追加学習を行うことで、人体検出率を維持しつつ誤検知率をより低減できることを確認している。

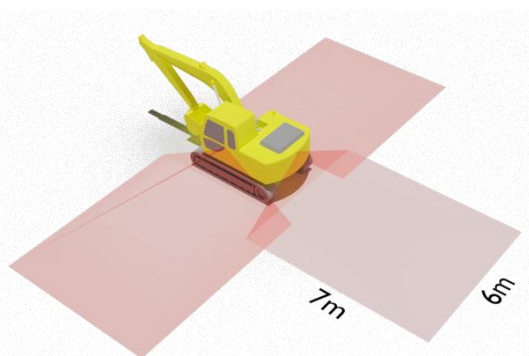
2. 採用の効果

- ・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、深層学習をした人工知能（AI）によってカメラの画像中の「人体」のみを高速かつリアルタイムに判定することで安全性を向上。
- ・判定結果はモニターへの警告表示とパトライトによる警報出力だけではなく、重機の停止機構・装置と接続することで自動停止が可能となり、工事現場での安全支援装置として機能を発揮。
- ・死角を映すバックモニターとしても利用でき、オプションとしてカメラを増設（～4台）して安全確認に役立てるほか、USB等の記録媒体を接続すれば映像記録を出力可能。

・システムの詳細（標準版）



制御BOX 本体寸法：195 x 258 x 70 mm



検知範囲イメージ

（カメラ設置位置や停止エリアは任意に設計可）

・搭載実績



3. 課題

当社の数多くの現場から収集した50万以上のデータを元にAIを構築しているが、条件によって検知精度に差がある。比較的得意とする検知条件は学習データと同様の条件（GLからの設置高さ：1m～3m）であり、この条件から外れていくことで精度が低下する可能性がある。また、重機の自動停止機能は、その重機側に停止機構を有していないと成り立たない。

本システムは運転者の安全運転および安全作業を補助するものであって、あらゆる状態での衝突を回避するものではない。「誤検知」や「未検知」等のトラブルが発生する可能性があるため、本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、説明書に記載されている注意事項を確認し、システム性能を理解した上での使用が大前提である。

参考サイト：[建設機械搭載型AIを用いた人体検知システム「T-iFinder」を開発](#)

参考サイト：[人工知能\(AI\)を用いた次世代無人化施工システムの開発に着手](#)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

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、図 1 に示すように、クラウド上で稼働する画像分析および画像解析のプログラムで構成されている。その実施手順は、①クラウドにデジタル画像をアップロード、②AI によるひび割れの自動検出、③ウェブレット変換を用いた画像解析によるひび割れ 1 画素ごとの幅・長さの定量処理、④ひび割れ幅ごとの長さの集計処理、および⑤複数の画素をグループ化してひび割れ 1 本ごとに区分する処理となっている。

また、この実施により得られるアウトプットは、c) ひび割れ 1 画素ごとの幅に対して色分けしたひび割れ画像、d) ひび割れ幅ごとの長さ分布図、および e) ひび割れ 1 本ごとに区分したセグメンテーション画像である。セグメンテーション画像は、ひび割れ 1 本ごとに複数の画素をグループ化して、ひび割れの最大幅ごとに色分けしたひび割れ画像のことであり、従来の目視点検により得られるひび割れ図に相当する。

このようなことから、本技術は以下のような特徴を有している。

- ・ひび割れの自動検出の精度が高い。
- ・ひび割れの幅を正確かつ詳細に定量化できる。
- ・アウトプットの一括出力による記録の効率化が図れる。

2. 採用の効果

図 2 に点検コストを比較したラーメン高架橋の外観と t. WAVE によるひび割れの検出結果を示す。比較条件は下記の通りである。この構造物の点検においては、近接目視の費用を 1.0 とした場合に対して、本技術を適用した場合の費用は 0.88 となり、12%のコスト縮減効果が認められた。

調査対象：ラーメン高架橋の柱、梁、床版下面、および高欄外側面の幅 0.2mm 以上のひび割れ

調査面積：5,101m²

調査方法：高所作業車を使った近接目視、および一眼レフカメラによる三脚撮影の 2 通り

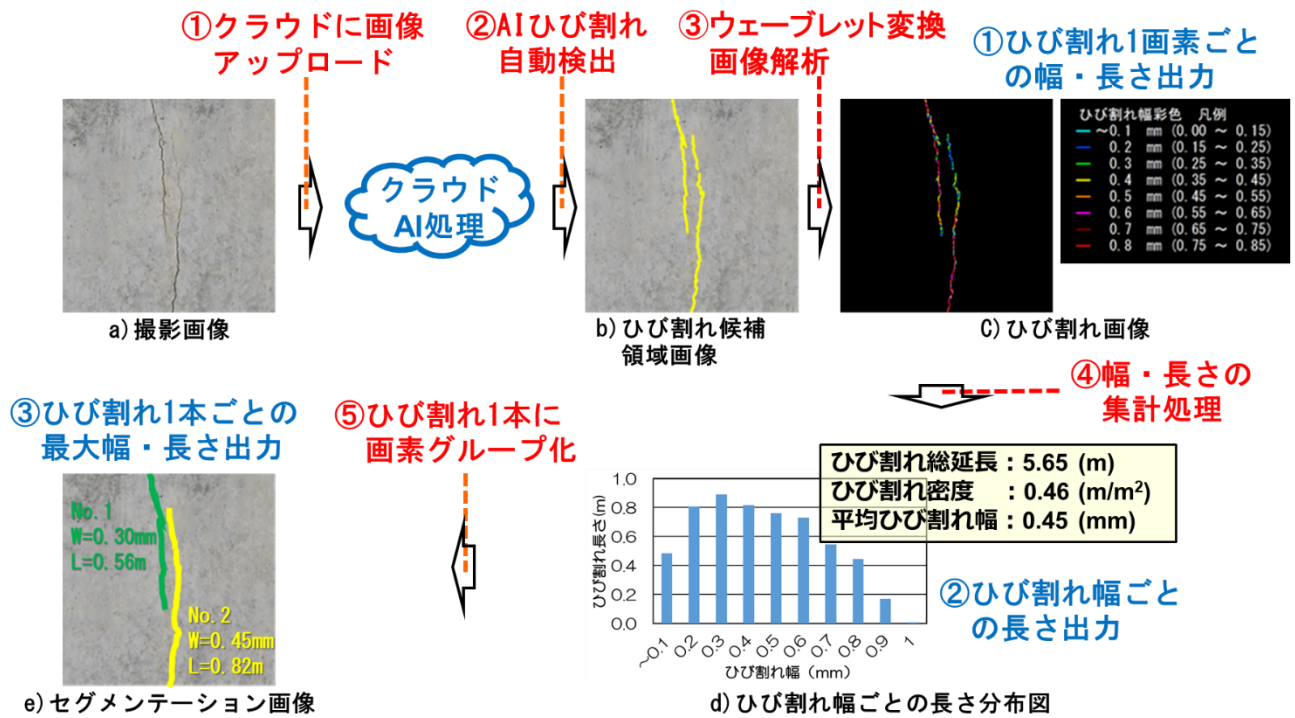


図1 本技術によるコンクリートのひび割れ画像解析の実施手順



図2 点検コストを比較したラーメン高架橋の外観と t.WAVE によるひび割れの検出結果

【参考サイト】

[コンクリートひび割れ画像解析技術「t.WAVE®」に AI 自動検出機能を追加](#)
[AI を用いたコンクリートのひび割れ自動検出精度の検証と実用化に関する検討](#)

3. 課題

コンクリートのひび割れ以外の損傷の自動抽出機能も付与することで、さらなる点検の効率化を目指しています。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の利用に関する問合せ先】

成和コンサルタント株式会社 土木設計部

E-mail : t.wave@seiwac.jp

Tel : 03-6892-4512

運搬情報管理システム「it-Trucks®」(NETIS 登録 KT-220025-A)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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

DX による建設発生土等のトレーサビリティ確保と生産性向上

1. 事例概要

「it-Trucks」は、建設発生土等の運搬状況をクラウドで一元管理し、運搬情報をリアルタイムに確認・記録するための専用タブレットを必要としない Web アプリケーションシステムである。(図-1)

当社ではコンクリート品質管理システム「it-Concrete®」(NETIS 登録 KT-200152-A)を多くの現場に導入支援する中で、建設発生土等の運搬管理に対する生産性の向上、トレーサビリティの確保、さらに帳票等の自動化に関するニーズがあることを確認した。そこで、it-Concrete を改良することで建設発生土等の運搬管理に応用できると確信し、2020 年度後半に it-Concrete をベースとした it-Trucks の開発を行い、「令和 3 年度 逢初川水系応急対策工事」(国土交通省 中部地方整備局)において現場仮置き場から指定された場外仮置き場までの運搬管理を試験運用した。その後、2022 年 5 月に NETIS 登録を取得し、GNSS 搭載 IoT 機器の高性能化やトラックスケール連携など機能追加などを行ったので、今回併せて報告する。現在、地下施設構築やトンネル工事ほか数現場で運用中である。

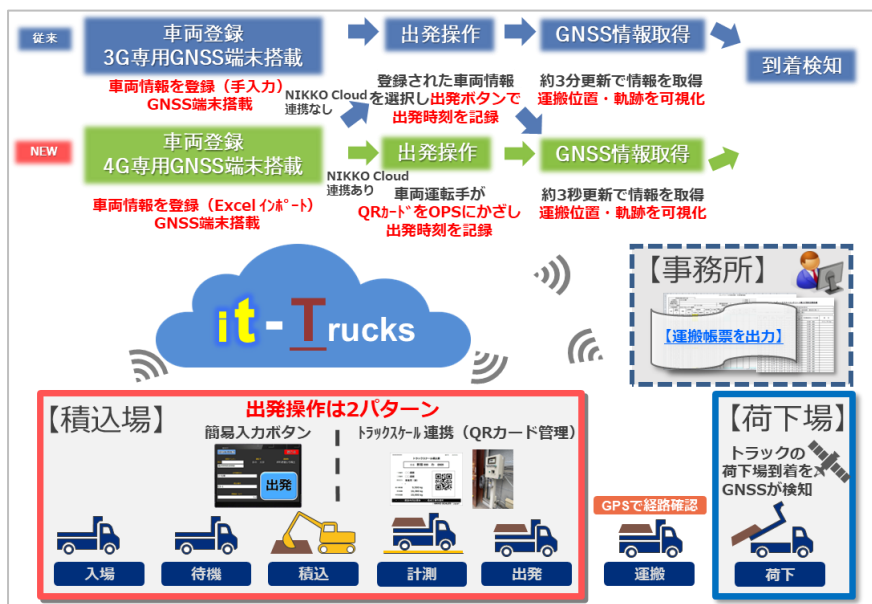


図-1 システムの概要

【機器構成】

- ・クラウドサーバと現場での初期情報入力・確認の汎用タブレット (もしくはスマートフォン)
- ・運搬車の位置情報をトレースするための GNSS 搭載専用 IoT 機器 (写真-1)

2023 年度からは GNSS 搭載専用 IoT 機器が 4G 回線対応かつ数秒単位での位置取得が可能となった。トラックスケール連携機能 (図-5) も追加した。

2. 採用の効果

1) トレーサビリティの確保

【既存類似システムの課題】

- ・車両の安全運行システムの応用で専用タブレットやGPS機器が高価
- ・積込・荷下ろしの記録にICカード等を利用して運搬先に人員や機器を配置する必要

【本システムの効果】

- ・レンタル可能なGNSS搭載IoT機器を採用
→安価に、荷下側の自動化を図りながら、位置と時刻によるトレーサビリティを確保（建設発生の発着管理と指定運搬経路の順守状況の確認）

2) 生産性向上

- ・積込場から荷下場毎の運搬台数や運搬量の進捗状況をリアルタイムに集計表や進捗グラフとして共有
→当日の先手管理や翌日以降の計画に反映

予定時刻: 2021/04/08 08:00 ~ 2021/04/08 17:00 現在時刻: 2021/04/07 21:13

【積込数量 (積込会社別)】				
積込場所	積込会社	予定土量 (m3)	積込土量 (m3)	進捗 (%)
合計		50,000	27,000	54.0
D1-6	○土建株式会社	50,000	27,000	54.0

【運搬数量 (運搬会社別)】				
運搬会社	予定土量 (m3)	運搬土量 (m3)	進捗 (%)	
合計	50,000	27,000	54.0	
○運搬株式会社	50,000	27,000	54.0	

【発着数量 (発着場所別)】				
積込場所	運搬会社	発着場所	予定土量 (m3)	進捗 (%)
合計			50,000	0
A1-1	○運搬株式会社	×△発着場	50,000	0

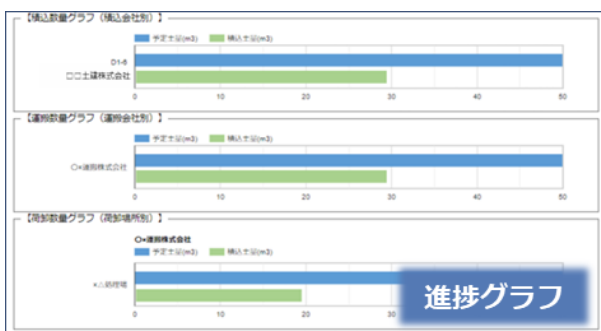


図-2 it-Trucks の集計表、進捗グラフ表示例

- ・日報、週報、月報などの出力がワンクリック可能
→現場管理と帳票作成等の作業時間が短縮
1日当り延べ作業時間（記録・帳票作成）が約48%低減した。（NETIS資料より）

3. 課題

現状、GNSS機器と運搬車両との関連付けには、画面による選択入力が必要であり、入場車両変更による組み合わせが変更になった場合の操作の省力化の要望が多い。より簡易な操作の改善を検討している。



写真-1 運搬車両内のIoT機器 (GNSS) 搭載状況



図-3 it-Trucks の運搬状況確認画面

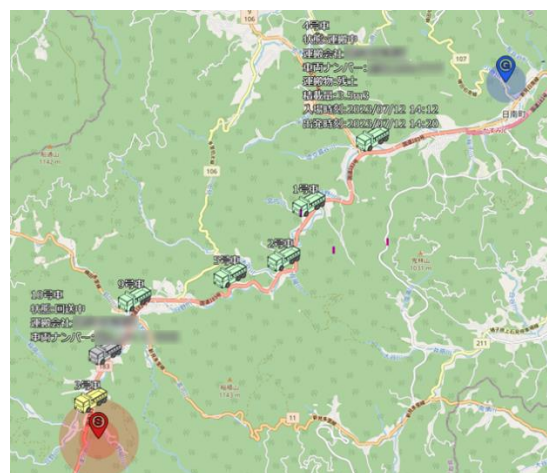


図-4 運搬車両のリアルタイム位置表示例
(赤はスタート、ゴールは青)



図-5 トラックスケール連携機能の概要
(外部オプション)

【本技術の導入に関する問合せ先】

販売元 (パンフレット掲載)

成和コンサルタント(株)

<https://www.seiwac.co.jp/>

it-trucks@seiwac.jp

T-iBlast TUNNEL 「岩盤強度分布可視化システム」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

トンネル切羽の岩盤強度の可視化・定量的評価により施工合理化に貢献

1. 事例概要

山岳トンネルにおいて掘削面となる切羽の地山評価は、従来、専門技術者の目視観察等に基づくため定性的な側面を持つ (図 1)。すなわち、この方法では技術者により異なる評価結果となる可能性があることや、主観に基づくため評価の根拠が不明確で共通認識に至らない場合があることが課題であった。この課題解決のためには、定量データに基づく評価が必要であった。近年、コンピュータジャンボ (写真 1: 掘削機械の 1 つで、発破装薬やロックボルトの削孔に使用) は、削孔位置や削孔速度・作用圧等の地山状況に関する情報を含んだ大量の定量データの自動取得を可能とした。T-iBlast TUNNEL は削孔データを用いた地山評価支援システムであり、定量的な岩盤強度分布を可視化して技術者間の合意形成に貢献するとともに、建設 DX のビッグデータとしての活用も期待される。

【技術のスペック】

T-iBlast TUNNEL は次の特長を有する。

① メーカー共通の評価指標として岩盤強度を採用

コンピュータジャンボの主要メーカーは 3 社あり、それぞれ独自の指標を用いた地山評価が行われてきた。各指標は、適用サイトごとに地山等級などでキャリブレーションが行われることが多く、汎用性が不足していた。T-iBlast TUNNEL では、強度既知のモルタル試験体を用いたキャリブレーション試験により、メーカーに依存しない共通評価指標として岩盤強度を採用した。これにより、当初設計の岩盤物性との比較で設計の妥当性を評価できる。また、他サイトの地山条件と岩盤強度で比較可能となり、将来的にビッグデータとしてのデータ蓄積も可能となった。

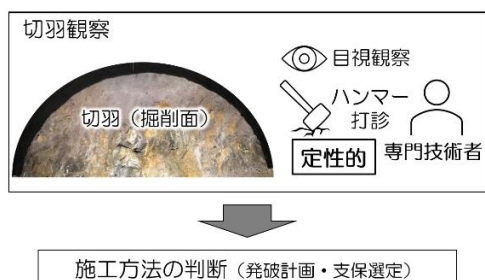


図 1 従来の地山評価



写真 1 コンピュータジャンボ (エピロック社 HP より)

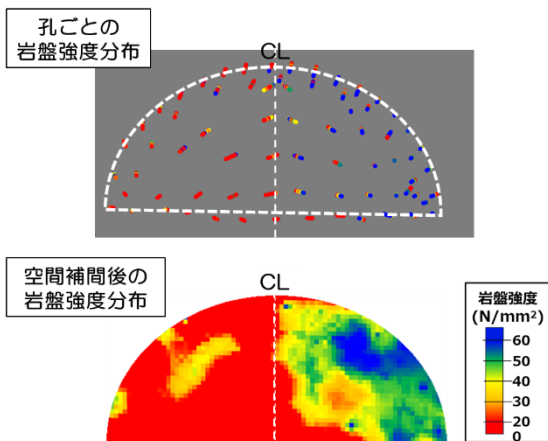


図 2 岩盤強度分布断面

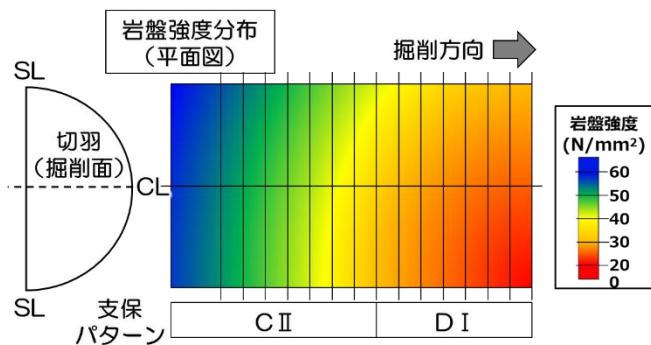


図 3 岩盤強度分布の水平断面図 (イメージ図)

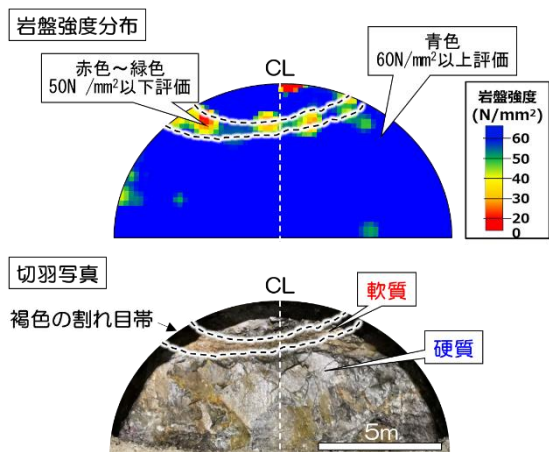


図 4 現場試験事例

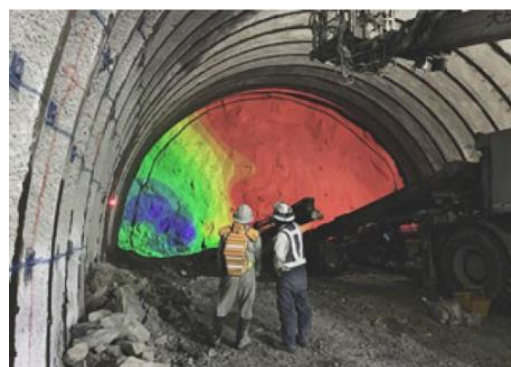


写真 2 岩盤強度分布断面の切羽投影状況

② 岩盤強度分布断面による可視化が可能

T-iBlast TUNNEL では、削孔実施区間の任意の位置で岩盤強度分布断面を作成できる。図 2 は切羽での装薬孔ごとの岩盤強度分布 (図 2 上) と、この結果を空間補間して作成した次の切羽面の岩盤強度分布断面図であり (図 2 下)、切羽前方予測が可能である。一方、図 3 は切羽 SL 付近で作成した水平断面図 (イメージ図) である。掘削方向に連続した岩盤強度分布の変化を視覚的に把握でき、支保選定の合理的な判断が可能である。

【現場試験事例】

装薬孔から予測した次の切羽面の岩盤強度分布と実際に出現した切羽を比較した (図 4)。岩盤強度が低い箇所が離散的に水平に分布し、削孔間隔を考慮すると、水平の弱層が分布することが予測された (図 4 上)。実際の切羽では、弱層の想定位置に幅 30cm で軟質化する褐色の割れ目帯が確認され (図 4 下)、T-iBlast TUNNEL による岩盤強度の可視化効果を把握できた。

2. 採用の効果

施工判断の根拠となる岩盤強度分布を視覚的に把握できるので、支保選定の合理的な判断や発注者と施工者間での合意形成を促進できる。また装薬孔を用いると地山内部となる次の切羽も予測できるため、この結果を切羽プロジェクションマッピングに表示することで、肌落ち災害防止など安全性向上も期待できる (写真 2)。

3. 課題

適用事例が少ないので、本手法で求めた岩盤強度分布と実際の地山状況との比較を繰り返しつつ精度向上に取り組むことで、技術の醸成を図りたい。将来的には、機械学習のビッグデータとして活用し、支保選定や発破計画立案など施工判断の自動化にも貢献したいと考えている。

参考サイト：[切羽の岩盤強度分布を算出・可視化する「T-iBlast® TUNNEL」を開発](#)

発破掘削の装薬作業を高速化する爆薬装填装置「T-クイックショット」

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（省力化）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

切羽から離隔をとって迅速な爆薬装填作業を可能とし安全性と生産性を向上

1. 事例概要

山岳トンネル工事における発破掘削では、切羽直下に作業員が立入り、装薬孔に火薬類を人力で装填している。そのため、作業員は切羽から土砂や岩が剥がれ落ちる「肌落ち」による重篤災害発生のリスクに晒されている（写真1）。また、トンネル断面が大きく地山が硬質になるほど使用する火薬量が多くなり、切羽直下での装薬にかかる時間も長くなることから、短時間で安全に効率よく装薬できる仕組みの導入が求められている。そこで同作業を安全かつ効率的に行うため、切羽から数m（約1.5m）離れた場所より装薬孔内にパイプを差し込み、リモコン操作により装置本体から圧縮空気で爆薬を装薬孔内に圧送することが可能な爆薬装填装置「T-クイックショット」を開発した。

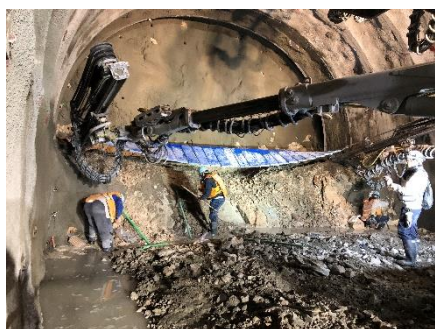


写真1：従来の装薬状況



写真2：本装置を適用した装薬状況



【本装置の特徴】

- ① 切羽から1.5m離れた位置より装薬作業を安全かつ迅速に実施できる（写真2）
- ② 手元のリモコンによる簡単操作で素早い装填を可能にし、装薬時間を40%短縮できる（写真2）
- ③ 圧縮空気による密装填効果で、効果的な発破を実現できる（写真3）
- ④ 2tトラックに搭載可能なコンパクトな装置で、狭い坑内でも容易に取り回し可能（写真4）
- ⑤ 装置稼働状況が見える化し、異常発生時には警報を発出して装置動作を停止できる（写真5, 6）



写真3：装薬孔内で圧縮された紙巻含水爆薬状況



写真4：2 tトラック積載状況



写真5：装置本体に設置した制御PC画面



写真6：異常時警報状況

【本装置の構成と動作順序】

爆薬装填の動作手順は、作業員が手元に持っているリモコン操作により行う。具体的にはリモコンを押下すると、①爆薬格納・供給ホッパーに格納された爆薬が下部のレールへ供給され②スライドレールを通過し、③圧送システムへ送り込む。その後④圧縮空気により装填ホースを通過して装薬孔へ圧密装填される。

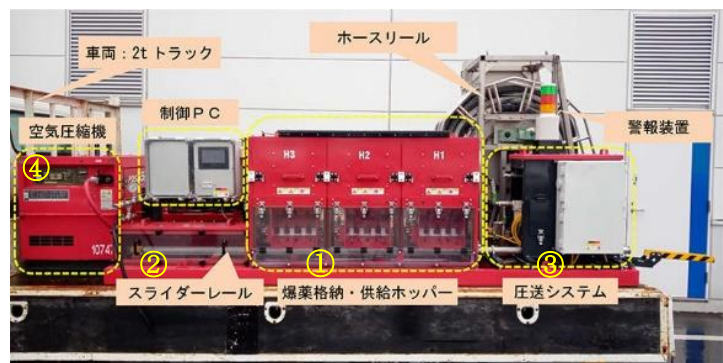


写真7：装填装置の構成と名称

2. 採用の効果

山岳トンネル工事の発破掘削工法における切羽近傍での作業は重篤災害の発生する確率が非常に高く危険な作業となる。しかし、本装置を採用することで、切羽から離れた場所から装填作業が可能となり、素早い装填機構により切羽近傍での作業時間を短縮できることで安全性の向上に寄与する。

3. 課題

本装置では、切羽での結線作業を人力で行わなくてはならない。しかし、結線作業が不要な雷管(無線方式)等との組合せで、切羽近傍での人力作業を完全に排除することも可能である(本資料からは割愛)。

参考サイト：[発破掘削の装薬作業を高速化する爆薬装填装置「T-クイックショット」を開発 | 大成建設株式会社 \(taisei.co.jp\)](http://taisei.co.jp)

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社アクティオ エンジニアリング事業部

TEL：03-6666-2476

[アクティオ | 建機レンタル \(建設機械・重機のレンタル\) \(aktio.co.jp\)](http://aktio.co.jp)

配筋検査 AR 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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

AR を用いた出来形検査の効率化

1. 事例概要

国土交通省における建設 DX の取り組みにある「デジタルデータを活用した配筋確認の省力化」が令和 5 年 7 月より本格的に適用を始めた。

「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領 (案)」に基づき、橋梁下部工事および橋梁 PC 上部工事において、対応技術の検証を実施した。今回は、NETIS 登録技術である「配筋検査 AR システム BAIAS」(以下 BAIAS と称する)を使用した。

本機器は、iPadPro に装備されている LiDAR センサーを活用することで鉄筋を抽出して、鉄筋の出来形を計測するものである。

【機器・技術のスペック】

BAIAS の主な機能は表-1 に示す。

表-1 「BAIAS」の主な機能

BAIAS の主な機能	特徴
(1) 鉄筋本数・鉄筋径・鉄筋間隔の計測機能	iPadPro の LiDAR センサーやカメラを活用して iPadPro1 台での計測が可能
(2) ダブル配筋 (写真-1)・鉄筋かぶり・鉄筋かご・2 点間 (写真-2) の計測機能	iPadPro 上で AR 表示されたマーカーを配置して計測
(3) 帳票出力機能	計測結果をクラウドサーバーに同期させ、設計図と計測結果を比較可能な帳票を作成、出力することが可能
(4) 電子小黒板機能	改ざん検知に対応した電子小黒板を含めた工事写真として保存可能



写真-1 ダブル配筋（下縁鉄筋）の計測状況

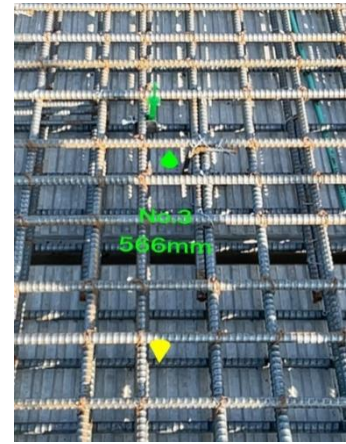


写真-2 2点間の計測状況

2. 採用の効果

①省人化、作業時間の短縮

従来、配筋検査は計測箇所において受注者3人程度で作業をしていたが、本システムにより、1人で計測作業が可能となり、導入効果として配筋検査に要する時間が約70%短縮できる。

双方向通信可能な他のアプリと併用することで、発注者との遠隔臨場に対応できる。

電子小黒板に事前にデータを入力しておくこと、撮影時に実測データが反映されるため検査時の撮影時間の効率化に繋がる。

②安全性の向上

鉄筋にマーカーなどの設置作業がなくなるため、足場上や鉄筋上での作業が軽減し安全性が向上する。

画面上にAR表示された鉄筋間隔やマーカーは、撮影者が位置を変えても測定した鉄筋を追従するため、周囲の安全を確保しながら撮影することができる（写真-3, 4）。



写真-3 配筋撮影（従来）



写真-4 配筋撮影（BAIAS）

③計測

使用機器本体がiPad1台で済み、重量が700g以下と軽いため、計測作業の負担が少ない。

鉄筋の抽出状況が可視化されるため、鉄筋の抽出ミスが防止できる。

3. 課題

計測する鉄筋が型枠と距離が近い場合、LiDARによる抽出が正確に行われなかったことがあるため、測定には注意が必要である。

4. 他社への提供が可能な技術

NETIS 登録技術：NETIS 登録番号 CB-230022-A

参考サイト：[配筋検査 AR システム BAIAS \(バイアス\)](#)

AR コンクリート締固め管理システム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

AR を用いたコンクリート締固めの見える化

1. 事例概要

現場打ちコンクリート工事において、高品質なコンクリート構造物を構築するためには、コンクリート全体に所定の間隔および時間でバイブレータを用いて締固める必要がある。しかしながら、締固め作業の多くは、人の視覚および経験による感性に頼っているのが実態である。このため、締固めを定量的に把握できる技術の検証を橋梁下部工事および橋梁 PC 上部工事において実施した。今回は、NETIS 登録技術であるコンクリート締固め状況管理の「AR 施工状況管理システム」を使用した。

本技術は、拡張現実である AR を使用することで、人・機械の施工状況に締固め位置や時間情報を付加させて見える化したものである。

【使用および管理の方法】

AR 施工状況管理システムの使用方法および管理の方法は以下の通りである。

- ・締固めを行う範囲を網羅できるように、AR マーカーを最低 3 箇所を設置する（写真-1）。
- ・作業員の位置情報を取得するために、腕に取り付けた携帯端末で AR マーカーを読み取る（写真-2）。

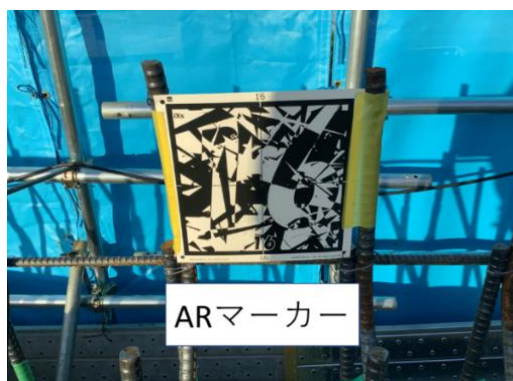


写真-1 AR マーカー設置状況



写真-2 作業員の端末

- ・アプリケーションの画面（AR）を確認しながら締固め作業を行う（図-1）。
- ・すべての作業員の施工状況は、各携帯端末と管理者用 PC に共有する。
- ・締固め結果は、管理者用 PC に締固めの位置および時間が保存され、帳票により管理する（図-2）。

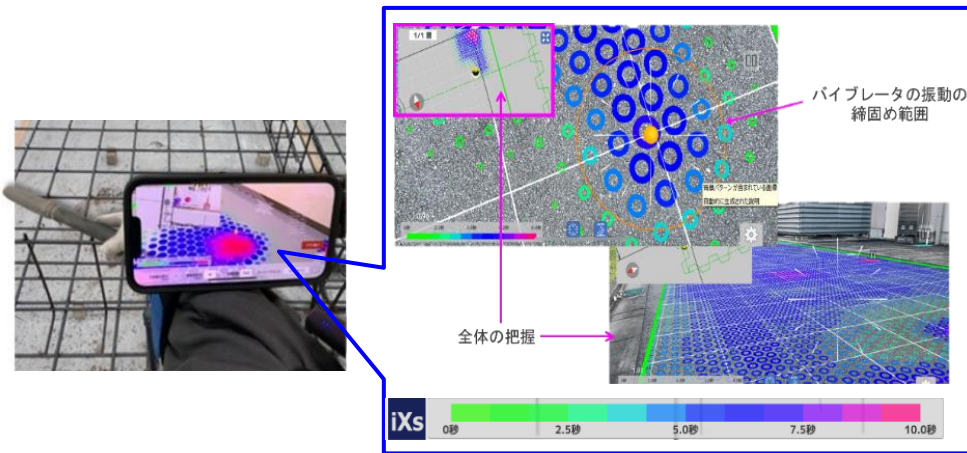


図-1 打設中の携帯端末の画面

2. 採用の効果

①品質の向上

ARを用いて締固め状況を色で判断することにより、作業員の熟練度に左右されない均一な施工が可能となり、品質の向上に繋がる。

②施工性の向上

締固め状況は、携帯端末にリアルタイムで共有され、締固め漏れなどのヒューマンエラー防止により、施工性の向上に繋がる。

③施工記録

すべての作業員の締固め記録は、管理者用 PC によって一元管理され、締固め位置と時間をエビデンスとして残すことができる。

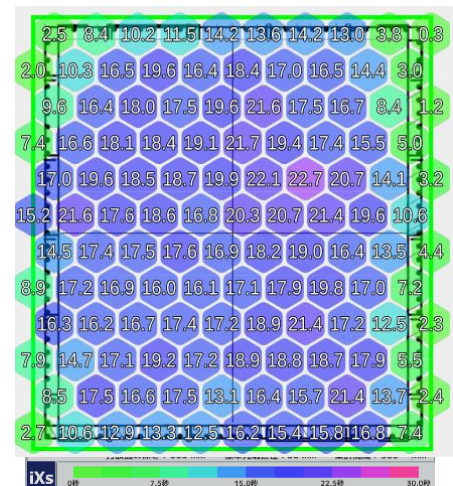


図-2 時間別締固め記録画面

3. 課題

本システムの AR 表示は、位置情報に基づいて表示されるため、作業員に取り付けている携帯端末を空などの特徴がない箇所に向けたり携帯端末に強い衝撃を与えたりすると、位置情報が失われる可能性があるため注意が必要である。

4. 他社への提供が可能な技術

NETIS 登録技術：NETIS 登録番号 KT-230163-A

参考サイト：[コンクリート締固め状況管理の「AR 施工状況管理システム」](#)

全周回転掘削機による杭位置の常時測定システム【G-PARS】

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

GNSS による杭打施工管理システム

1. 事例概要

本システムは橋梁基礎等における全周回転掘削機による杭打ち精度の管理を常時、自動的に行うものである。従来の測定法は杭心のずれを直交2方向からトランシットで監視するもので、人手を多く要していた。また、ずれを定量的に把握できないことも問題であった。

本システムでは掘削・沈設中の杭に GNSS アンテナを取り付け、リアルタイムに杭心のずれを測定、管理するものである。システム全体の構成を図1に、管理画面の例を図2に示す。

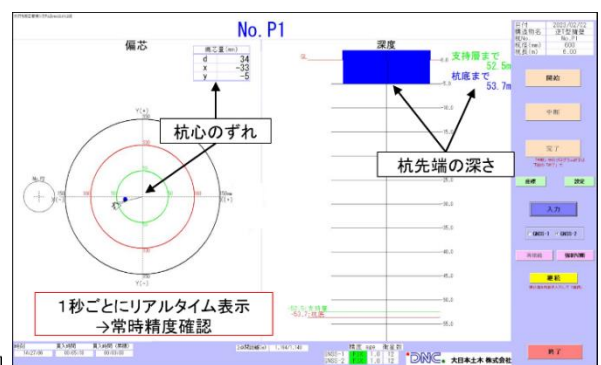
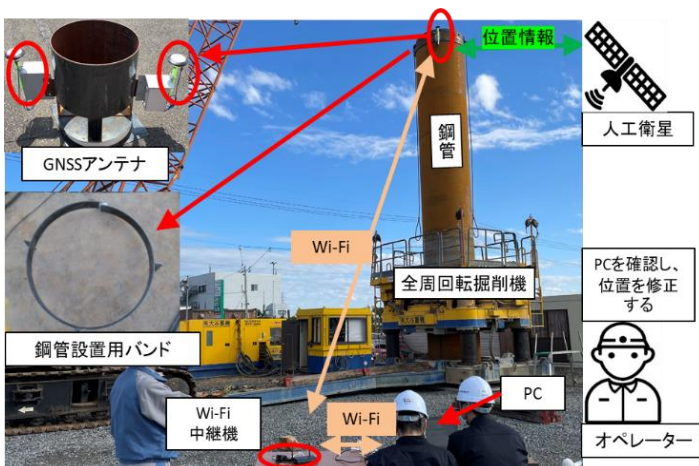


図2 システムの管理画面の例

図1 システムの全体構成(実物大実験の様子)

【施工方法、管理方法】

2つのGNSSアンテナを鋼管設置用バンド(図1)によって軸対称になるように設置する。掘削にともなって沈降移動、回転運動をする2つのアンテナ位置計測値の平均をとることによって、杭心の位置を常時得ることができる。システムでは杭心のずれのほかに、沈設時の杭先端の深さなどをモニターしている(図2)。これらの測定情報は1秒経過するごとに更新される。掘削状態の変化を早期に察知し速やかに修正を行うことで施工精度を確実に確保できる。

【機器・技術のスペック】

杭心のずれの測定精度を表1に示す。ずれの管理基準値は100mmおよび杭径の1/4以下とするのが一般的である。本システムは杭を所定位置に施工するために必要な精度を有していることがわかる。

表1 杭心位置の測定精度(単位mm)

誤差	測定精度	
	X方向	Y方向
平均値	-7	+1
標準偏差σ	9	14

【適用工事】

本システムの適用工事の中から、回転杭による橋梁の杭基礎工事の事例を図3に紹介する。なお、本システムは全周回転掘削機によるオールケーシング場所打ち杭の施工にも適用することができる。

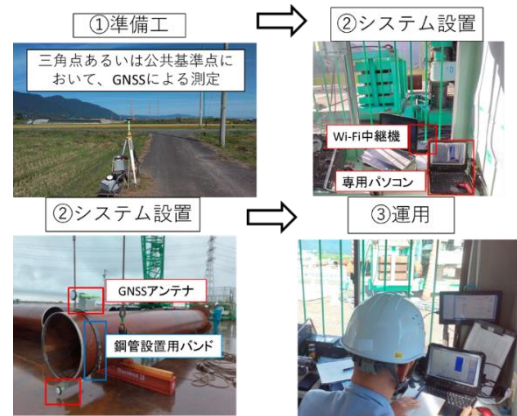


図3 システム適用事例

2. 採用の効果

①出来形精度

- ・フーチングの床付掘削後、杭頭での偏心量を測定した。従来技術と比較して誤差が概ね半分になった(表2)。
- ・偏心50mm以上の割合が従来技術29%に対し、本技術では6%であった(図4)。このことより杭の偏心の規格値である100mmを余裕をもって下回ることができた。

表2 出来形比較表

項目	従来技術 (トランシット)	本技術 (G-PARS)
設計値との差	11 ~ 95mm	0 ~ 69mm
平均値	44mm	22mm

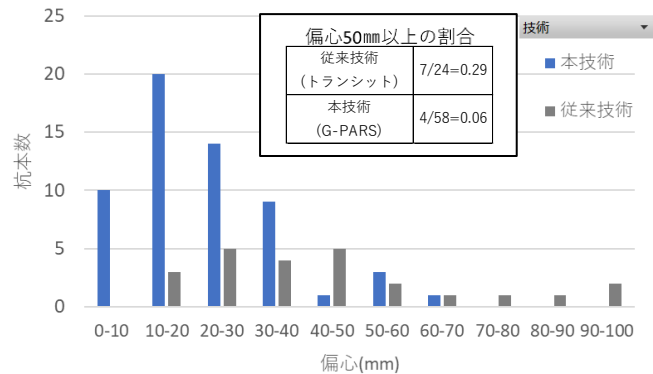


図4 各技術による偏心のヒストグラム

②省力化

本技術はリアルタイムに自動で杭心のずれを把握することができるため、杭の管理において0.5人/日の省力化になる(表3)。

表3 歩掛り比較表

項目	従来技術	本技術
①管理方法 ②管理に要する 内容	①②T.S.での視準 をする	①掘削機の運転手が 機械室内のPCで確認を する ②鋼管設置用バンドの 設置取外しをする
人数	2人	3人(クレーンOP1人、 手元作業員2人)
歩掛り	0.6人/日	0.1人/日

3. 課題

GNSSは衛星から電波を受信する。GNSSアンテナの上空を遮る障害物等があると、測位精度が劣化する場合があります。

4. 他社への提供が可能な技術

NETIS登録技術：NETIS番号 KT-240052-A

参考サイト：[全周回転掘削機による杭位置の常時測定システム【G-PARS】](#)

社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

コンクリート構造物の写真から画像解析 AI でひび割れを検出するシステム

1. 事例概要

従来のコンクリート構造物のひび割れ点検は、手作業でのスケッチが必要で、人員確保が難しく、高所作業のリスクも伴いました。「ひびみっけ」ソフトウェアは、現場で撮影した画像を使って損傷を自動で検出し、帳票作成までを行います。これにより、点検時間や帳票作成時間の短縮や安全性の向上が期待できます。

今回、当社は新設のコンクリート擁壁のひび割れ調査に「ひびみっけ」を導入しました (写真 1)。



写真 1 現地状況

【機器・技術のスペック】

撮影に必要な機材：カメラ・レンズ、三脚、フラッシュ、自動雲台 (以下、GIGAPAN)、レーザーシャッター、ジンバル、高所撮影用一脚

適用可能な範囲：コンクリート構造物の 0.1mm または 0.2mm 以上のひび割れ

撮影留意事項：

- ◆ ひび割れ検出の条件
 - ① 0.1mm 以上の場合は 2400 万画素カメラで画角は 1800mm×1200mm 以内とします
 - ② 0.2mm 以上の場合は 2400 万画素カメラで画角は 3600mm×2400mm 以内とします

【作業手順】

作業手順の流れは図 1 に示す通りとなります。

- ◆ 解析結果のアウトプットとして、「ひび割れ幅長さ計算表」「DXF ファイル」「合成画像」「ひび線合成画像」を受け取ることができます。

ひび割れ検出の流れ—作業手順

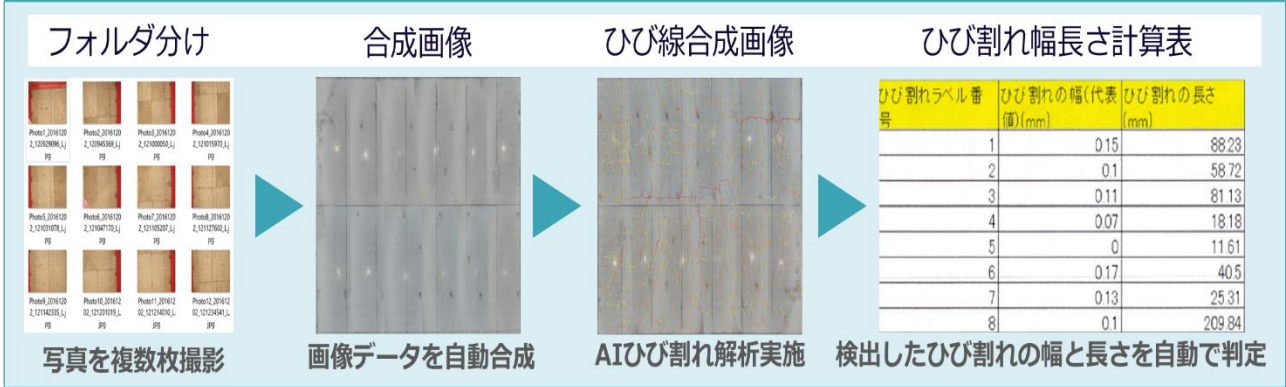


図 1 作業手順

2. 採用の効果

今回の擁壁の適用範囲は高さ 4~5m、延長約 100m と広いため、撮影に不安がありましたが、GIGAPAN を使うことで解決しました。GIGAPAN は高解像度のパノラマ写真を自動で撮影できるデバイスで、後に写真合成に必要なラップ率を確保しつつ、上下左右にカメラが動き撮影を行うことが可能となります。それにより、指定した範囲を効率的に撮影することができました（写真 2）。

「ひびみつけ」によって検出されたひび割れの本数は 13 本で、現地での目視確認では、そのうちの 12 本が確認されました。AI 解析的中率は 92%（=12/13）で、ひび割れの幅は 100%一致しました（図 2）。スケッチ作業や帳票作成時間が不要になり、作業時間を約 70%短縮できました。



写真 2 撮影状況

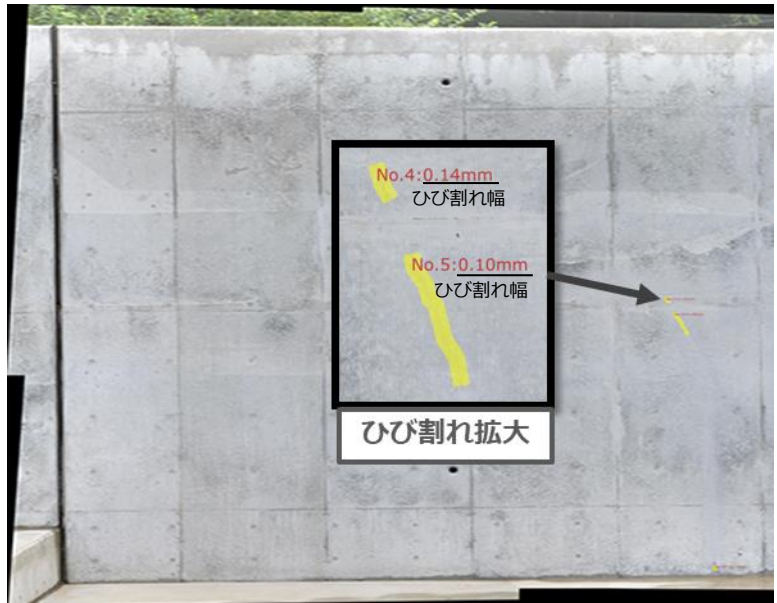


図 2 「ひびみつけ」の検出結果

3. 課題

- ・写真撮影の際には、後で写真合成を行うため、上下左右でラップ率 20%を確保する必要があります。そのため、撮影枚数が多くなります。
- ・写真はフォルダごとに分けた後、「ひびみつけ」にアップロードする必要があります。大量のデータを扱う場合は、インターネットの通信環境を整えておく必要があります。

4. 他社への提供が可能な技術

NETIS 登録技術：NETIS 番号 KT-190025-VE

参考サイト：<https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke>

クレーン作業の AI 危険検知システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

AI 画像認識とクレーンカメラを使用した吊荷作業安全支援

1. 事例概要

建設現場では年間 200 件以上の死亡事故があり、建設機械・クレーン等による災害は建設現場の 3 大災害の一つとなっている。クレーン災害の中で、吊り荷の落下災害は多く、吊り荷下への立ち入りは禁止されている。また、吊り荷作業を行うには玉掛の資格が必須である。

本システムでは、以下のクレーンによって起こる 2 つの危険作業(図 1)を検知することを目的としている。

- ①吊り荷が高い位置にあるとき→吊り荷下への作業員の立ち入りの検知
- ②吊り荷が低い位置にあるとき→玉掛作業無資格者による作業の検知

クレーンのブーム先端に取り付けたカメラの映像を PC で AI を用いて処理する。危険作業を検出し、警告メッセージと音声でクレーン運転者に知らせるシステムである(図 2)。

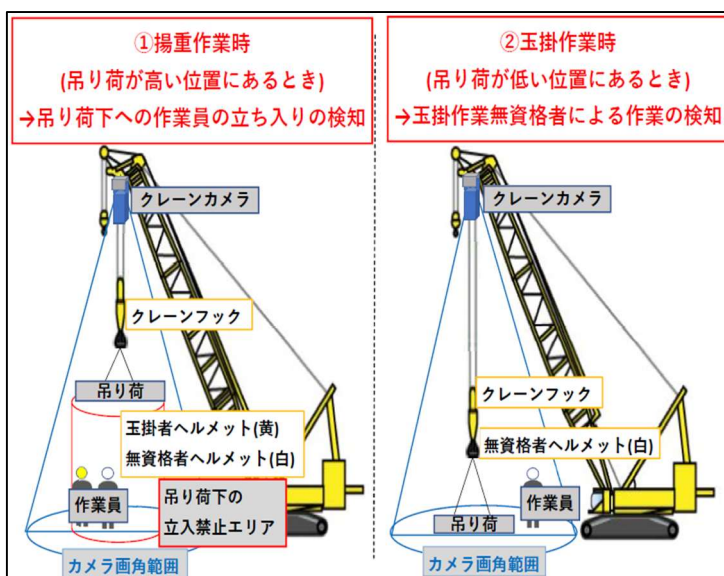


図 1 システムで検知する危険作業

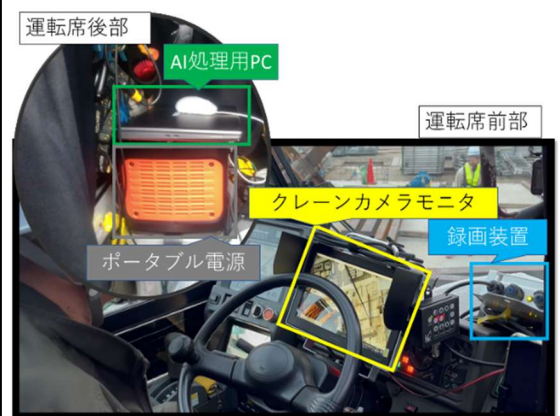


図 2 システム設置・運用状況

危険検知方法

AI による検出対象は「クレーンフック」、「玉掛資格者のヘルメット」、「無資格者のヘルメット」である。なお、吊り荷の高さはヘルメットの大きさとフックの大きさを比較して推定している。

①吊り荷下への作業員の立ち入りの検知(図3)

吊り荷が高い位置にあると判定された際に、吊り荷の下に立入禁止エリアの円をフックを中心に描き、その円の内側にヘルメットを検出した際に警告をする。

②玉掛作業無資格者による作業の検知(図4)

吊り荷が低い位置にあると判定された際に、カメラの画角範囲に玉掛無資格者のみを検出した際に警告をする(なお、玉掛資格者と玉掛無資格者はヘルメットの色で識別する)。



図3 吊り荷下への作業員の立ち入りの検知例



図4 玉掛作業無資格者による作業の検知例

【機器・技術のスペック】

機器	必要スペック
クレーンカメラ	解像度：FHD (1920 × 1080 pixel)
AI 処理用 PC	・ CPU Intel (R) Core(TM) i9-10885H CPU @ 2.30GHz ・ メモリ 64GB ・ OS Windows 10 Pro 64 ビット ・ GPU NVIDIA Quadro T2000
ポータブル電源	1800Wh



図5 クレーンカメラ例
(ツクモア社製)

適用可能な範囲

- ・ 地上からカメラの高さが 50m 程度までのクレーンにおける吊り荷作業
- ・ 吊り荷が障害にならず、カメラに作業員が映るクレーンの吊り荷作業
- ・ カメラに映る作業員のヘルメットの画素数が 15 ピクセル程度以上となる場合

2. 採用の効果

従来はクレーン作業の安全確認を運転者及び誘導員の目視のみで対応しており、危険作業を見逃す恐れがあった。本システムではクレーンカメラと AI を使用して、モニタ映像と音声でリアルタイムに注意喚起することによって、安全確認を補完できるため安全性の向上が図れる。特に、クレーン運転席から死角が発生しやすい現場において有効である。

3. 課題

作業開始後、約一週間は AI の認識精度を高めるために、AI の学習期間が必要である。

4. 他社への提供が可能な技術

NETIS 登録技術：NETIS 番号 KT-230306-A

参考サイト：[NETIS【クレーン作業の AI 危険検知システム】](#)

ニューマチックケーソン自動姿勢計測システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

ケーソンの姿勢をリアルタイムに把握

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 (TS) 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】

図 1 にニューマチックケーソン自動姿勢計測システムの概要図を示す。システムは姿勢管理システム、測位システム、偏心量算出システムからなる。

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 (羽口深度) を算出する。

2) 測位システム

測位システムは、TS 計測と GNSS 計測の 2 種があり、どちらか一方もしくは両方を用いる。

TS 計測は、ケーソン躯体側面に添付したターゲットシールを 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 (写真 1)。ターゲットシールは、躯体のロットごとに盛替えを行う。

GNSS 計測は、マンロックおよびマテリアルロックに取付けた GNSS アンテナより取得した座標データからケーソンの平面変位、回転角度 (Z 軸) を算出する (写真 2)。

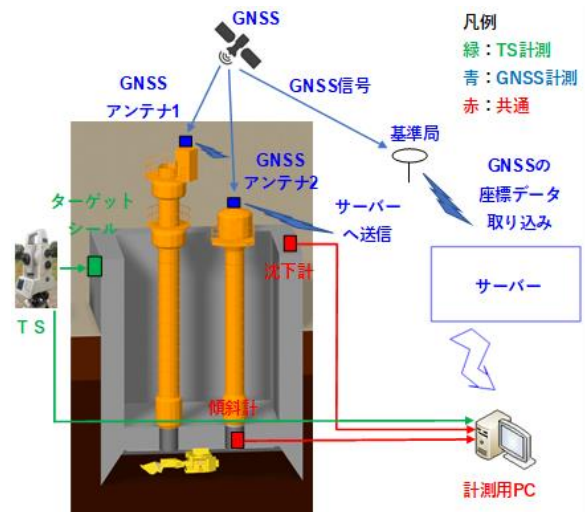


図 1 ニューマチックケーソン自動姿勢計測システム概要図

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(図2, 3, 4)。



写真1 TS計測状況

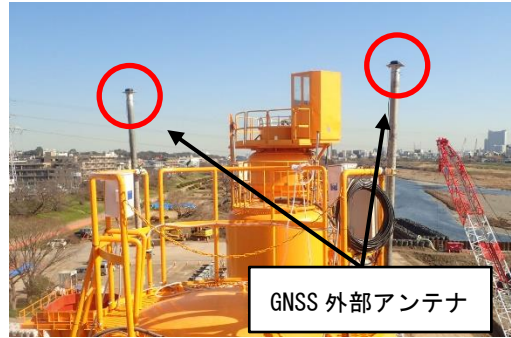


写真2 GNSS計測状況

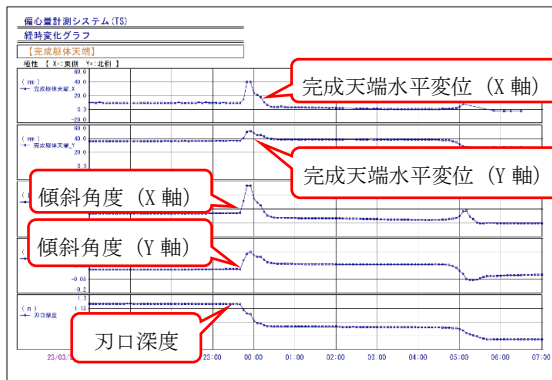


図2 偏心量経時変化グラフ

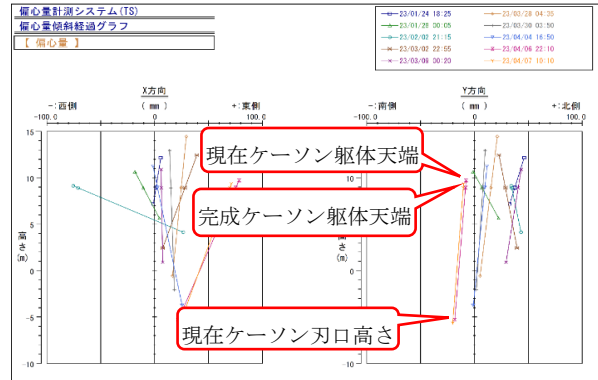


図3 偏心量傾斜経過グラフ

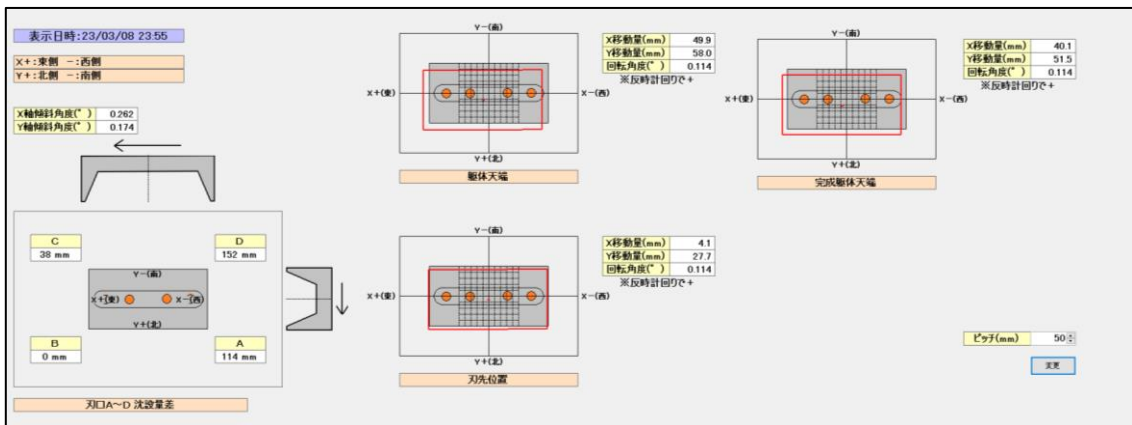


図4 2D変位図

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となり、経時変化をグラフに表示することで次ロットでの掘削方向などの指針となるため、ケーソンの沈下精度の向上が図れる。
- ・ 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、職員の作業量軽減と労働時間短縮に寄与する。
- ・ TS計測とGNSS計測の併用により、TS計測のインターバルをGNSS計測にて補完することができる。

3. 課題

- ・ 躯体の出来形の誤差を原因としたTS計測の計測誤差が生じるため、少なくともターゲットシール盛替え時にキャリブレーションを行う必要がある。
- ・ 三角コーンの反射材など、光の反射率が高い物体をターゲットシールと誤認することがある。
- ・ GNSS計測は、GNSSの仕様上、計測精度に限界があり数cmの誤差を生じる。

ニューマチックケーソン掘削面形状計測システム

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)						
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

ケーソンの姿勢をリアルタイムに把握

ケーソンの開口率・掘残し量を解析

1. 事例概要

ケーソンの沈下精度向上のためにはケーソン作業室内の開口率や掘残し量といった掘削面形状の管理が必要である。掘削面形状を求めるにあたっては、作業室内に入り計測を行う、もしくは監視カメラの映像を図面に落とすことで行っていたが、前者は確認までに時間を要することに加え高気圧作業による作業負荷の増加、後者は正確性に劣るなどの課題がある。そこで、3D レーザースキャナを用いた掘削面形状計測システムによりこの課題を解決し、掘削面形状の把握を容易にする。

【機器・技術のスペック】

システムは、図1に示すように3D レーザースキャナとPCから構成される。

まず、ケーソン作業室内に設置された3D レーザースキャナにより掘削面形状を点群データとして取得する(写真1、図2)。なお3D レーザースキャナは、地上からの遠隔操作により稼働させるため、高気圧環境下での作業は無い。

取得した点群データはPCにて解析される。解析結果としてPCのモニターに、掘削面形状の3D 画像や、開口率、掘残し量等を表示する

(図3)。このほか、任意の2D 断面画像を表示することも可能である。

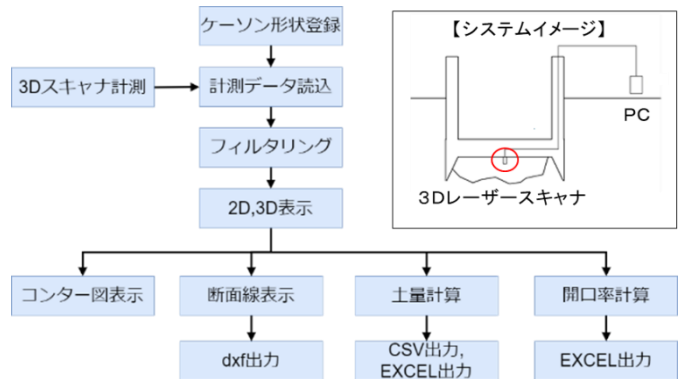


図1 ニューマチックケーソン掘削面形状計測システム概要図



写真1 3Dレーザースキャナによる
点群データ取得状況

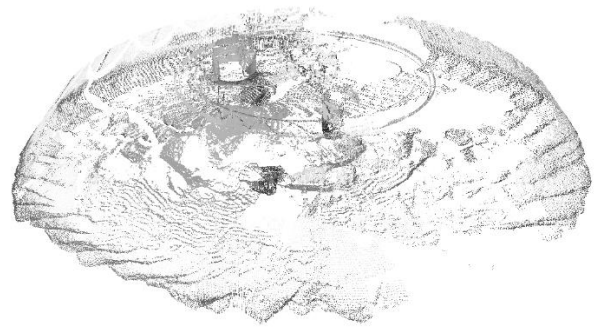


図2 点群データの出力例

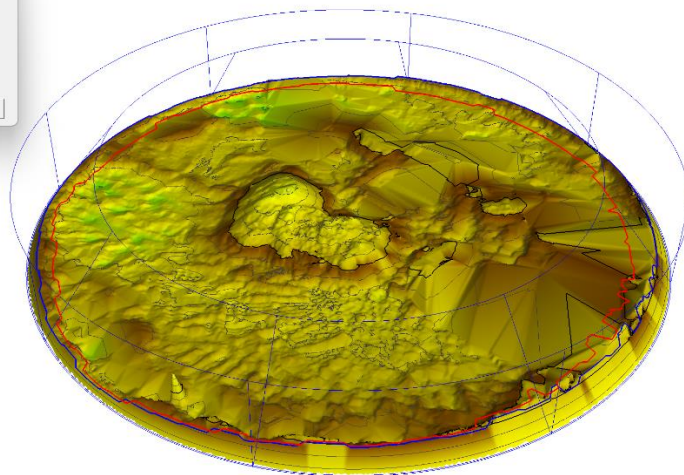


図3 掘削面形状の出力例

2. 採用の効果

実際のケーソン現場への試験導入を行った。結果、取得した点群データから函内の掘削面形状を正確に認識した上で、開口率、掘残し量を解析し、数値および画像として表示することができたことに加え、解析により求めた開口率、掘残し量は、函内の実測値とよく整合することが確認できた。また、システムによる計測に要した時間は、点群データの取得に2~3分程度、解析に10分程度であった。このことから、以下の効果があると言える。

- ・ ケーソンの掘削面形状を函内に入ることなく計測できるため、高気圧障害の発生リスクを抑えることができる。
- ・ 計測に13分程度と、従来より短時間で容易に開口率や土量を把握することができるため労働時間の短縮が図れる。
- ・ リアルタイムの掘削面形状を3D画像として確認できるため、掘削時にケーソンの沈下精度向上に寄与する。

3. 課題

- ・ 水を張ったまま掘削を行う場合、現行の3Dレーザースキャナでは水中部分の掘削面形状を計測できないため、これに対応するレーザースキャナの導入の検討と、濁水中におけるスキャン精度の検証が必要である。
- ・ 取得した点群データのうち不要な点群を自動で除去するフィルタリング機能を備えているが、手動による部分もあるため、引き続きフィルタリング機能の向上を図る。

ガス圧接継手 A I 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（計測）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

かんたん・はやい・べんりな A I 検査アプリを導入

1. 事例概要

ガス圧接継手の外観検査は、検査員がノギスや SY ゲージなどを使って計測、目視で判定するため、計測・検査作業に手間と時間を要するという課題があった（写真 1）。この課題解決に向け、NTT コムウェア社の AI 検査システムの導入を検討した。まだ AI の精度が実用可能なレベルではなかったため、学習データの提供や現場実証に協力することで AI の精度向上がはかられ、中日本高速道路発注の伊勢湾岸自動車道 飛島高架橋他 1 橋耐震補強工事において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、国内で初めて本システムを適用した（写真 2）。導入のポイントとしては、現場配備の iPhone、iPad で利用可能であり導入のハードルが低いこと、ガイドに合わせて撮影するだけで操作が簡単であること、報告書の自動生成もできることが挙げられる（写真 3）。また、遠隔臨場との高い親和性も確認している。

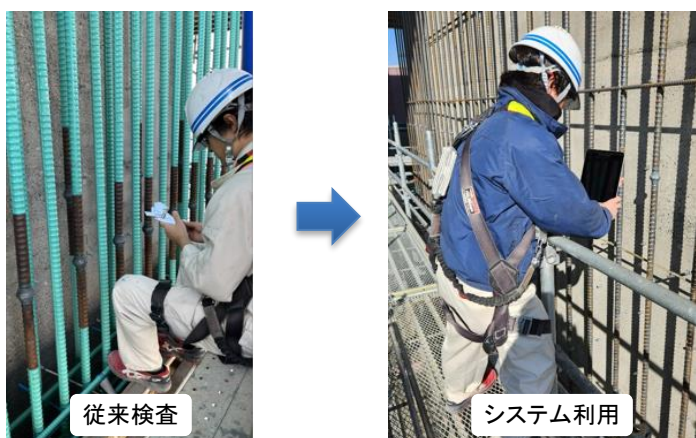
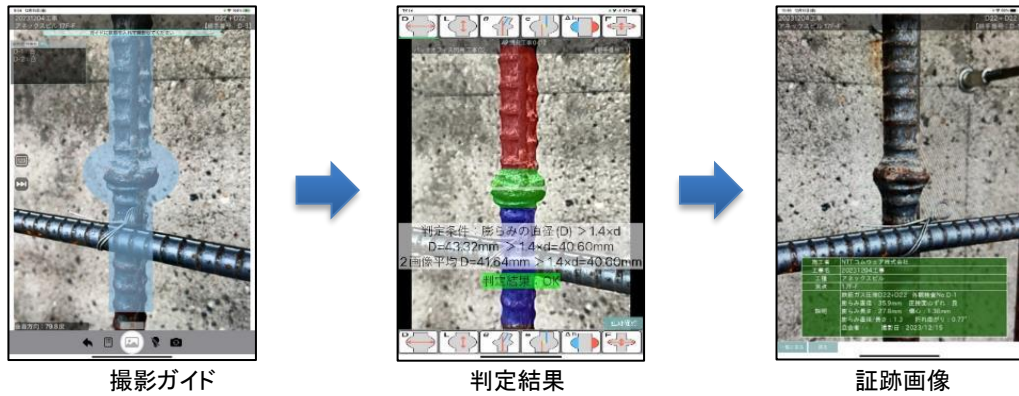


写真1 検査状況比較



写真2 検査状況（飛島高架橋耐震工事）



鉄筋ガス圧接検査記録

検査項目		規格値		測定値		判定		検査員		検査日時									
14	A-1	D18×D38	65.0	64.3	14.6	40.6	55.8	51.1	1.3	1.2	合	1.14	1.44	0.29	0.26	0.41	0.14	合	合
15	A-2	D18×D38	65.0	65.0	65.0	62.1	51.4	51.5	1.3	1.3	合	0.53	1.95	0.07	0.78	1.44	0.02	合	合
16	A-3	D18×D38	65.0	67.5	66.7	59.7	59.2	62.4	1.3	1.4	合	1.72	1.73	0.60	0.00	0.24	0.53	合	合
17	A-4	D18×D38	65.0	66.4	65.7	49.3	51.4	60.4	1.3	1.3	合	1.41	1.22	0.07	0.40	2.53	3.23	合	合
18	A-5	D18×D38	67.6	64.3	66.0	62.4	52.9	52.6	1.3	1.2	合	1.52	0.82	0.54	0.14	0.37	1.32	合	合

報告書イメージ

写真3 AI検査システム画面イメージ

【使用機器の推奨スペック】

- ・ 検査アプリ：iPhone または iPad (OS:iOS15 以上、iPadOS15 以上)
- ・ PC サービス：Windows10 (ブラウザ：Chrome 最新版、MicrosoftEdge 最新版、FireFox 最新版)

2. 採用の効果

① 生産性向上・省人化効果

- ・ 従来、外観検査は2名で作業し1か所あたり2分程度かかっていたが、本システムにより1か所あたり20秒程度かつ1名で対応可能となり、検査にかかる時間を90%程度削減できる。
- ・ 報告書が自動生成されることで、検査業務にかかる時間をトータルで90%程度削減できる。

② 品質向上効果

- ・ 人による検査品質のばらつきがなくなることで、検査品質の向上と平準化ができる。

③ 安全性向上効果

- ・ 非接触で検査可能なため安全な足場から検査が可能になることで、安全性が向上できる。

3. 課題

圧接部分の両端が、せん断補強筋で隠れている等、圧接部分を撮影できないと正しく認識されない場合があるため、撮影の角度や検査のタイミングを工夫することが必要。

【本技術に関する問合せ先】

NTT コムウェア株式会社 エンタープライズソリューション事業本部
 TEL：03-5796-3063
 E-mail：raikit@nttcom.co.jp

ニューマチックケーソン長距離遠隔掘削システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

インターネット通信によるケーソン掘削機の遠隔操作

1. 事例概要

ニューマチックケーソン工法における掘削機の遠隔操作は、従来、掘削機と操作席を有線通信で繋ぐのが一般的であり、オペレータは同一現場に常駐する必要があった。長距離遠隔掘削システムは、通信手段をインターネット通信とすることで、全国各地から現場の掘削機を操作できるため、熟練オペレータの複数現場の掛け持ちなど、貴重な人材の有効活用や多様な働き方を可能にする。

当システムは、実験施設にて正常な動作を確認している。あわせて、ニューマチックケーソン工法に明るい技術者やオペレータから「違和感なく操作できる」との評価を得ている。

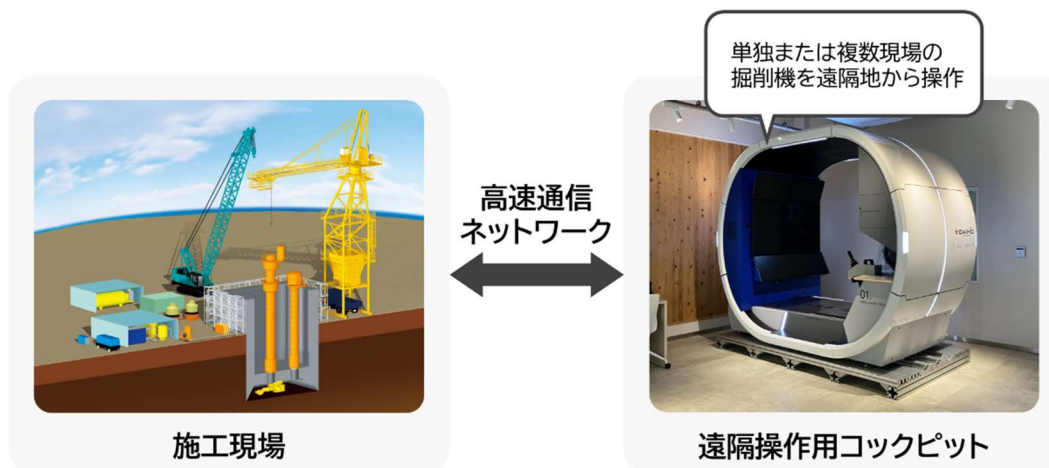


図1 システム概要

【機器・技術のスペック】

当システムの設備は、遠隔操作用コックピット (写真1) と中継サーバから構成される。0.3 m³天井走行式掘削機 (写真2) の従来型遠隔操作設備に中継サーバを組み込むことで遠隔操作用コックピットからの操作が可能となる。中継サーバにより長距離遠隔操作と従来型遠隔操作を切り替えることもできる。システム構成の概略図を図2に示す。



写真1 遠隔操作席



写真2 天井走行式掘削機 (0.3 m³)

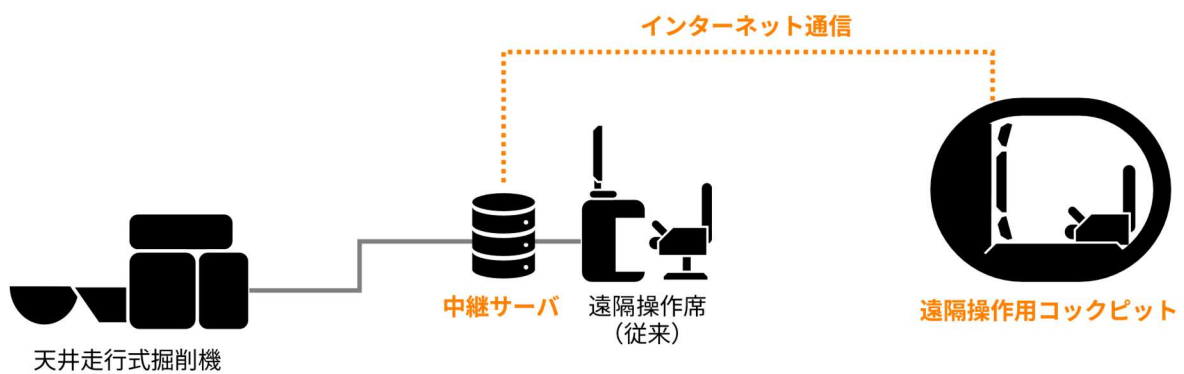


図2 システム構成概略

2. 採用の効果

- ・ 従来方式では、オペレータが同一現場に常駐し有線通信で掘削機を操作する必要があったが、本システムの導入により場所の制約を解消できる。
- ・ 熟練労働者不足への対応として、1人のオペレータが複数現場を担当できる運用が可能となる。
- ・ 別途開発中の自動掘削システムと連携することで、自動掘削が困難となった場合への早期対応手段・バックアップとして活用できる。

3. 課題

- ・ インターネット通信によるレイテンシ（遅延）について、回線品質や物理的な距離がどの程度影響を与えるのか確認し、より汎用的で低遅延なシステムへと改良を進める。
- ・ 当システムを活用したニューマチックケーソン工法の多現場間掘削ネットワークの構築を見据え、掘削機と操縦席の多対多通信の検証と実証を進めていく。

自動透過型 RI 計測ロボット

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

土の密度や水分量をロボットで自動計測

1. 事例概要

盛土構造物の品質管理として、RI 計器による計測は、短時間で面的な管理ができる反面、計測頻度が高く人力で地面に鉄ピンを打ち込むことで地面に穴を空け、鉄ピンを抜いた穴に線源棒を挿入して計測を行うため、労力が大きいという課題となっていた。

本事例は施工管理の生産性向上を目的に、盛土工事において土を締め固める作業が適切に行われているかを確認し、管理する「締固め管理」を自動化する「自動透過型 RI 計測ロボット」を開発し適用した。本計測ロボットは、人力での計測と同様に 1.計測場所への移動、2.計測穴の削孔、3.透過型 RI 試験機の線源棒挿入、4.密度計測の一連の流れを自動化した。これまで人力で実施していた作業を、ロボット操作の軽作業のみで実現した。



図 1 自動透過型 RI 計測ロボット

【機器・技術のスペック】

削孔径の最適化および線源棒を孔壁に設置する機構や、計測機が計測面の傾きに追従する機構を搭載することにより、計測精度を確保した。従来の計測方法と誤差±3.0%以内での計測精度で計測できることを確認した。

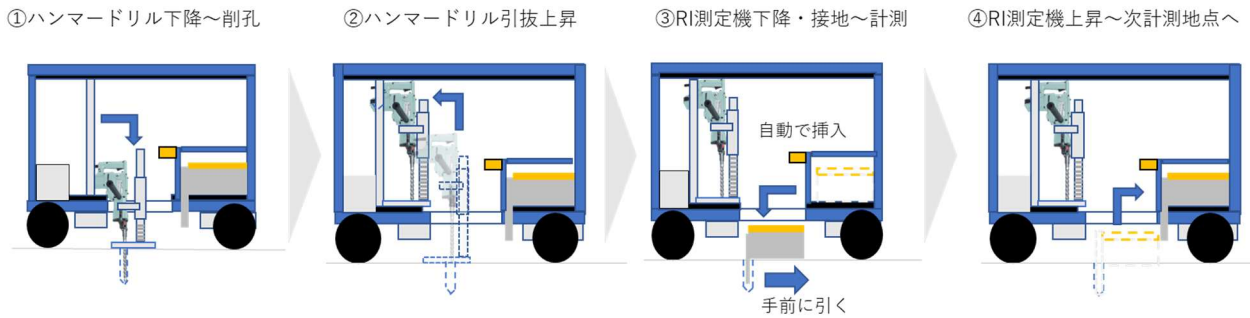


図2 計測フロー

2. 採用の効果

①省人化・生産性向上効果

施工面積約 29,000m² の造成現場において、約 250 点測定しました。従来の計測精度と同等での計測結果が得られるとともに、省人化率 14%の低減効果を確認した。

② 品質管理の生産性向上

自動透過型 RI 計測ロボットとでは、ピンを打設することや重量物を持ち運ぶ労力を削減できることから、生産性向上に寄与した。



図3 現場計測状況

3. 課題

本事例では、平面的な造成現場での適用であった。今後、様々な条件での盛土工事において適用できるようにロボットの走行性の強化や、操作性の向上に向けて改善する予定である。また、さらなる生産性向上をめざして自律走行技術の開発も進める予定である。

【本技術の利用に関する問合せ先】

株式会社竹中土木 経営企画室広報グループ

Tel :03-6810-6493

E-mail : koho1941@takenaka-doboku.co.jp

建設用 3D プリンタによる省人化の組み

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

公共工事として施工した造成現場において階段工（17段、高低差 3.4m、斜距離 5.8m、横幅 2.4m）が計画されていた。一般的な階段工の施工は、蹴上がり部 1 段ずつ型枠を設置し、コンクリートを打設し、これを階段の段数分繰り返して構築する。このため、施工中はコンクリート打設用の揚重機が必要であり、手間がかかる工種である。

本事例は、生産性向上を目的に階段工のプレキャスト化を検討し、現場条件に併せて製作ができる建設用 3D プリンターによる構築を採用した。3D プリンターを施工箇所近傍に配置して製作するニアサイトのプレキャストとした。

今回は擁壁背面と一体化した階段工であったため、下部の擁壁を先行して構築し、その後 3D プリンターで造形した階段をクレーンにて設置することとした。

造形後、十分な養生期間を確保した後、クレーンにて施工箇所へ敷設した。以下に 3D プリンターによる造形状況と、敷設状況を示す。



図1 3Dプリンター造形状況



図2 階段ブロック敷設状況

【機器・技術のスペック】

3DプリンターはPolyuse社製を用いた。プリンターで造形できるサイズは横3m、奥行き2.5m程度であるため、今回の階段工を横方向2分割、高さ方向に3分割とする全6ブロックとして造形した。

階段の部材すべてを3Dプリンターで造形すると、3Dプリンター用モルタルの使用量が多くなり費用面で高価となるため、中空構造として、後から通常のコンクリートを打設することとした。

造形は底面の平坦性が必要となるため、今回は均しコンクリートを打設し、その上にプリンターを設置した。今回の階段工の形状では、1ブロック当り平均0.34m³であり、造形時間は1ブロック当り約4時間程度を見込んで計画した。

2. 採用の効果

【工程】 本事例では、ニアサイトにて予め製作したブロックを据え付け、目地処理をおこなうと完成するため、クリティカルとなる工程は1日であった。従来工法では1段ずつ施工するため6.5日程度掛かるため、5日の短縮となった。

【出来映え】 施工後の形状を3Dレーザースキャナにて計測し、ヒートマップにて出来映えを判定したが、異常箇所は無く全体的に綺麗な形状であることが確認できた。また出来形寸法も計画値に対して基準値を満足する結果であり、良好な出来映えであった。

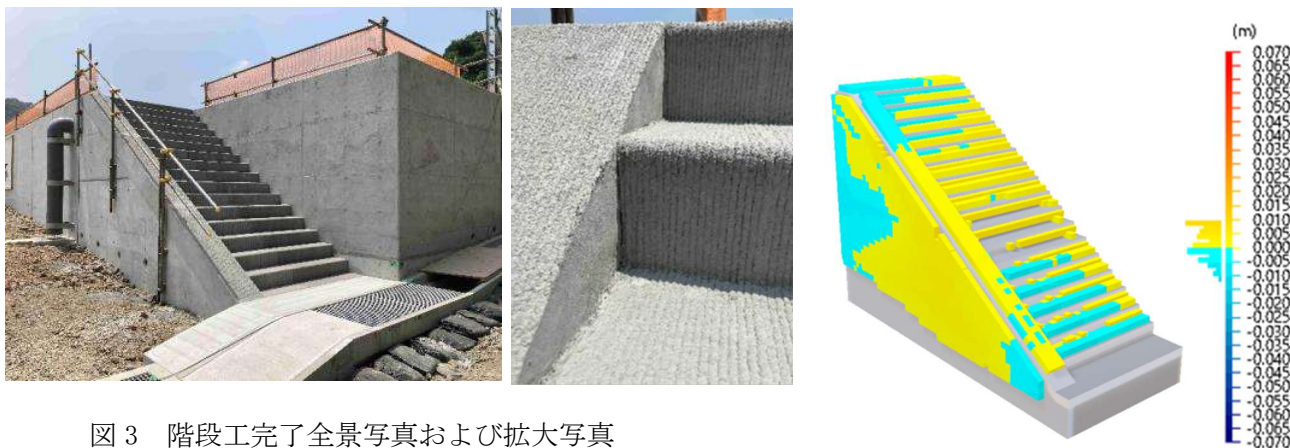


図3 階段工完了全景写真および拡大写真

3Dプリンターは、事前にインプットする3Dデータを元に造形するため、今回のように工場二次製品が適用しにくい部位への適用が適している。但し、工場二次製品全てに取って代わるわけではなく、工場二次製品が適している部位と3Dプリンターが適している部位をそれぞれ選定しながら最適な手法を用いることが必要である。

3. 課題

一般のプレキャスト製品の据え付けは水糸を張って、部材の角を水糸に合わせながら位置調整をおこなうが、3Dプリンターの場合、部材に角が無い。このため、初めて据え付ける際は若干の戸惑いもあるが、施工に慣れていくにつれて要領を把握し、戸惑いは解消された。

【本技術の利用に関する問合せ先】

株式会社竹中土木 経営企画室広報グループ

Tel :03-6810-6493

E-mail : koho1941@takenaka-doboku.co.jp

Dynamo を用いた 3D 排水モデル作成の半自動化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

BIM/CIM における排水モデル自動生成の取り組み

1. 事例概要

本事例は、大規模排水工事において、ビジュアルプログラミングツール「Dynamo」を活用し、排水管路および人孔等の 3D 排水モデル作成を半自動化した取り組みである。従来は、担当技術者が個別にモデルを作成する必要があり、高度な専門知識・多大な時間・設計変更のたびにの再作成が発生するなど、作業負荷や外注費の増大が大きな課題となっていた。

本取り組みでは、Excel シートに「管径・勾配・材質・深度」などのパラメータを入力するだけで、管路と人孔の 3D モデルならびに属性情報を自動生成できる仕組みを構築した。さらに、モデル情報から ICT 建設機械向けの掘削 3D データ（掘削幅・法面勾配・掘削深さなど）まで一貫して出力できるようにすることで、設計照査、施工計画、発注者説明の効率化を推進した。

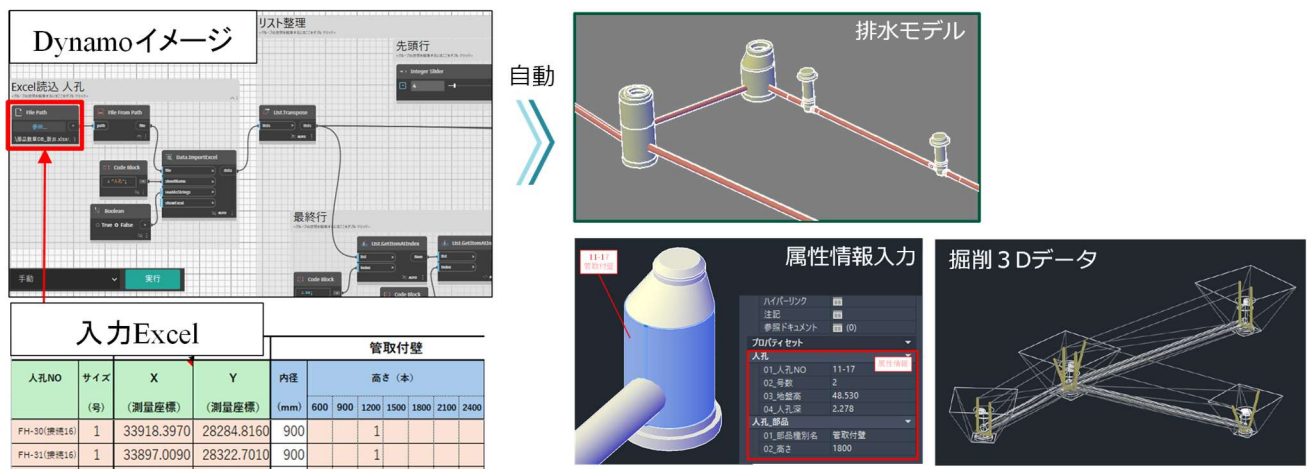


図 1 排水モデル作成概要図

【機器・技術のスペック】

Dynamo は Autodesk 社製の Civil 3D で追加ライセンス不要で利用できるツールで、視覚的なノード操作によって複雑な処理を自動化できる。

2. 採用の効果

①省人化・生産性向上効果

- ・Dynamo の活用によりモデル作成時間が大幅に短縮
 - 排水モデル作成作業：67 時間 → 20 時間に 70%短縮（図 2）
 - 属性情報付与作業：8 時間 → 1 時間に 87%短縮
 - 掘削範囲 3D データ作成：46 時間 → 1 時間に 98%短縮
- ・3D モデルの可視化による生産性向上
 - 3D モデルの可視化により発注者や協力会社との合意形成が迅速化し施工イメージの共有も容易
 - 現場での AR 投影で施工前の説明作業を効率化（図 3）

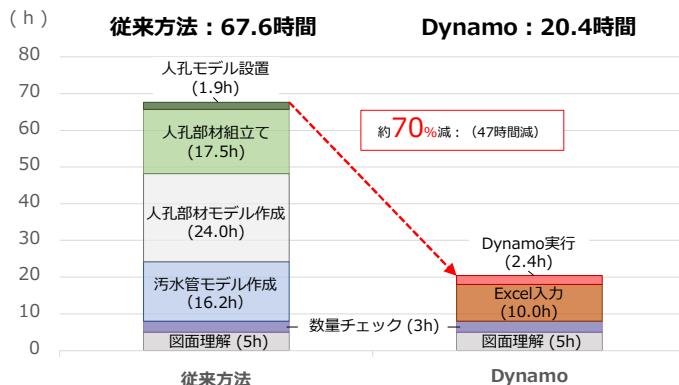


図 2 モデル作成時間の比較



図 3 モデルの AR 投影状況

② 工期短縮効果

- ・迅速な設計照査が可能となり、設計変更が発生した場合も短時間で再モデル化できるため工程影響を最小限化
- ・ICT 建設機械向けに自動生成される掘削 3D モデルを活用することで現場での施工効率が向上し、全体工程の短縮に寄与

③ 安全性向上効果

- ・事前に掘削範囲を 3D で可視化することにより安全ミーティングや施工前のリスクを把握
- ・地下埋設物との干渉箇所を 3D 上で事前に確認することで事故リスクを大幅に低減

3. 課題

本事例では、標準的な形状の管渠および人孔に焦点を当ててモデルの汎用化を図った。一方で、特殊形状の人孔や特殊部材（曲管・異径管・鋳鉄特殊部材など）への対応は今後の改善ポイントとして残っている。また、高度な自動化を進めるほど、仕様の細分化や例外処理が増えるため、汎用化と詳細仕様のバランス調整が引き続き課題である。

【本技術の利用に関する問合せ先】

株式会社竹中土木 技術・生産本部 田邊康太

TEL : 070-4532-9695

E-mail : tanabe-k@takenaka-doboku.co.jp

施工中における雨水排水シュミレーション

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

土工事施工中の雨水排水の流れをビジュアライズ

1. 事例概要

土工事における施工時の排水計画は、防災・環境の面からも重要である。しかし、施工の進捗に伴い現場の形状は日々変化するため、通常は施工中の詳細な排水計画までは検討されない。そこで、UAV 写真測量により施工途中の現況地形を取得し、3次元地形データを活用した雨水排水シミュレーションを行い、雨水排水計画に活用することを考えた。

シミュレーションには、Autodesk 社の 3DCG ソフト「3dsMAX」を使用した。3dsMAX は、3D モデリング、アニメーション、レンダリングのためのソフトウェアで、製品デザイン、建築ビジュアライゼーション、映画やゲームのエフェクト、アニメーション制作といった幅広い分野で活用されている。今回はビジュアライゼーション機能を活用し、施工中の現況地形に、雨水に見立てた球体を降らせ、どのように球体が転がる（＝雨水が流れる）かを視覚的に表現した。

以下に、雨水排水シミュレーションの手順を示す。

1. UAV 写真測量により現況地形の点群を取得
2. 3dsMAX に取り込める形式に変換、読み込み、座標設定
3. パラメータ設定
4. シミュレーション、動画出力

パラメータ設定では、雨の設定（時間・場所・量・形状）および地盤の設定（反発係数・静止摩擦係数・動摩擦係数）を行う。



図 1. 現況地形の点群



図 2. 3dsMAX に取り込み

通常の排水計算では、設計流量（流達時間・設計降雨強度・設計流出量（流域面積，流出係数）等）と設計通水量（粗度係数・勾配・管径，等）を算出し比較を行うが，今回は，図3，図4に示すように，3dsMAXのパラメータを「時間⇒降雨量・降雨時間，静止摩擦係数・動摩擦係数⇒流出係数」に見立て，その他のパラメータを調整し，シミュレーションを行った。

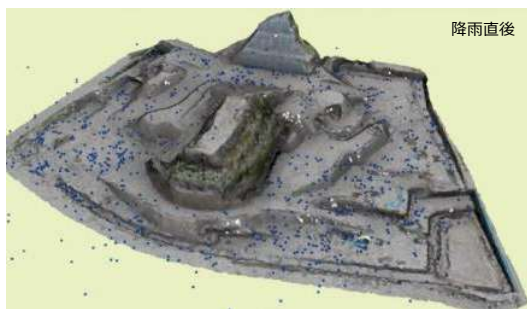


図3. シミュレーション結果



図4. パラメータ設定

パラメータを調整しシミュレーションした結果，現況地盤の上を雨水が流れる様子を動的に可視化できた。また，雨水がどの方向に流れていくか，どこに滞留するかがわかった。

また，完成形状における雨水排水シミュレーションも実施した。完成時の統合モデル（土工面のサーフェス，側溝などの3Dモデルを追加）を用いてシミュレーションした結果，図6に示すように，雨水が側溝に流れ，流末に向かう様子を表現できた。



図5. 完成時の統合モデル

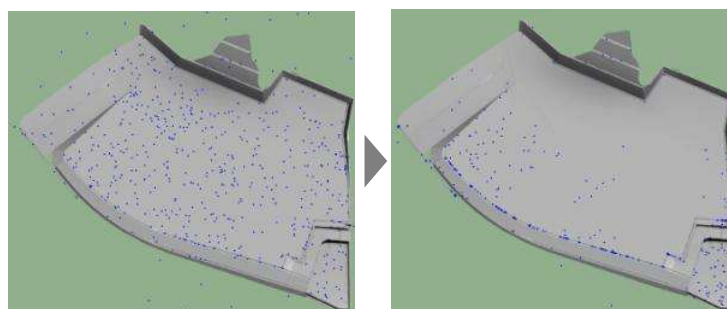


図6. シミュレーション結果

2. 採用の効果

3次元地形データを活用した雨水排水シミュレーションを行うことで，施工中の現地形状における雨水の流れを確認し，タイムリーに排水計画の立案・見直しが可能となる。

また，活用場面として，他にも，土地区画整理事業のように広大で平坦な地形や，地形情報のない工事エリア周辺の田畑・既存水路への影響確認等，雨水の流れを想定しにくい場面では，より効果的に活用できると考えられる。

3. 課題

今回は，雨水が流れる様子など，ビジュアライゼーションの効果は確認できたが，より現実に近づけるためには，検証を重ね，従来方法のパラメータ（流域面積，粗度係数，浸透係数，等）との整合性を持たせる必要がある。

また，現場職員が活用するためには，UAV写真測量およびソフトの扱い方を習得する必要がある。

AI 分析を活用した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 ()							
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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

打設状況を総合的に分析し、リアルタイムで可視化

1. 事例概要

コンクリート打設作業における施工管理は、現場での目視確認に依存している。このため、職員の経験不足や施工規模の影響により、締固め不足などの施工トラブルが発生し、それに伴う構造物の品質不良が生じる可能性がある。本システムは、この問題を解決するため、打設状況をリアルタイムで総合的に把握し、施工管理や作業指示をサポートするものである。

【機器・技術のスペック】

本システムは、ウェブカメラで撮影している打設作業の映像と、各種センサで計測したデータを AI がリアルタイムで分析し、数値や図表として可視化するものである (図-1)。システム操作画面はブラウザ上で閲覧可能なため、スマートフォンや PC など、現場・遠隔地と場所を問わず状況確認が可能である (写真-1)。

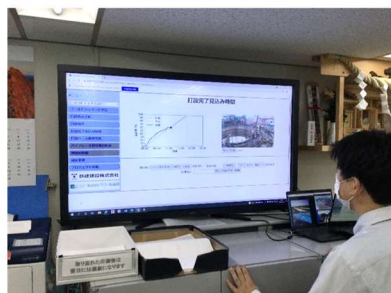


図-1 システムフロー図

スマートフォン



PC



デジタルサイネージ



写真-1 システム画面を表示できる端末例

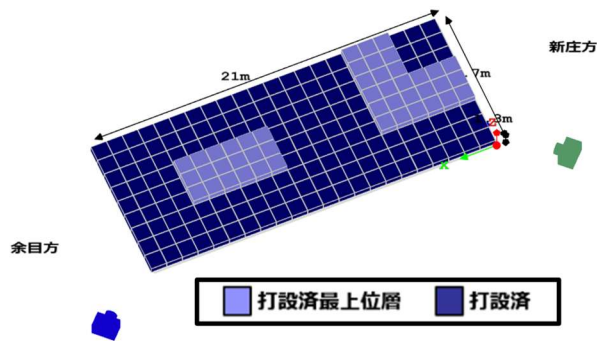


図-2 打設済み区画表示画面

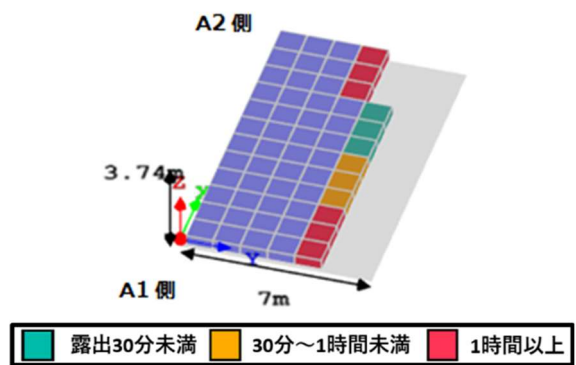


図-3 コールドジョイント警告画面

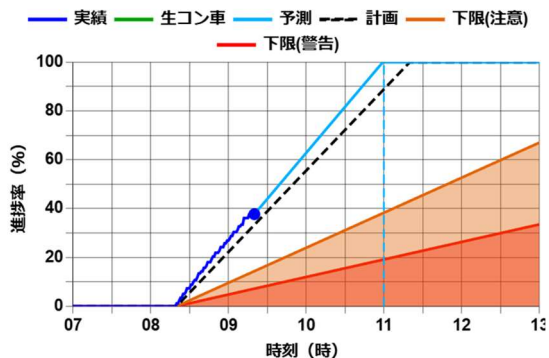


図-4 打設完了見込み時間グラフ

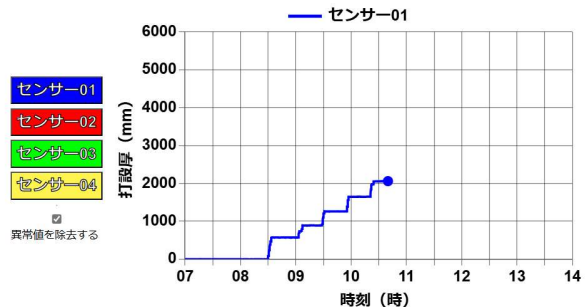


図-5 打設厚推移グラフ

可視化された情報が反映されるシステム操作画面からは、下記の項目をリアルタイムで確認できる。

- ①カメラ映像のAI分析により判定された、打設済み区画 (図-2)
- ②生コンを露出時間が長い区画を色の变化で表す、コールドジョイント警告 (図-3)
- ③打設の進捗状況から、完了見込み時間を予測したグラフ (図-4)
- ④任意の箇所に設置した距離計測センサからのデータによる、打設厚の推移グラフ (図-5)
- ⑤層毎の打設時間表
- ⑥層毎の計画・実績層厚表
- ⑦ウェブカメラのライブ映像

2. 採用の効果

- ①可視化された打設済み区画やコールドジョイント警告箇所を確認することで、打設順序や締固めの指示出し遅れを防ぐ。
- ②打設実績や完了見込み時間のグラフ化により、生コン車の手配調整や作業員の休憩等の判断を助ける。また、打設ペースが設定した下限値を下回ると、システムから警告通知が発出される。
- ③目視では進捗を確認しにくい作業環境においても、システムにより現況を把握しやすくなる。
- ④ブラウザ上で閲覧可能なため、遠隔臨場に対応できる。
- ⑤作業時の施工記録を蓄積することで、トレーサビリティを確保できる。
- ⑥後進の技術者を対象とした、教育資料として活用できる。

3. 課題

2026年度よりまずは当社の受注現場を対象として、使用実績を重ねていく予定である。それと同時進行で、現在利用対象となっていない複雑な形状の構造物への適用性を向上し、利活用可能な範囲を拡大するため、技術検証を引き続き進めていく。

点群データの 3D モデル化による配筋検査

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

配筋箇所全体の点群データを基にした検査システム

1. 事例概要

従来の配筋検査は、配筋全体の中の抜き取り調査であり、全体の出来映え等は検査員が現地で行っていた。また、複数名を要する計測作業や帳票作成など、作業面の負担の大きさも課題となっていた。

本システムは、配筋箇所全体の点群データの取得を基本としており、全体の出来映えが確認できるとともに、電子データとして残すことで、将来のメンテナンスの際にトレーサビリティとして活用可能である。また単独での計測作業やシステム上での自動計算により、検査業務の効率化と省力化に繋がる。

【機器・技術のスペック】

本システムを利用した配筋検査業務の手順

- ① レーザースキャナでの計測や、動画の SfM 処理により、配筋の点群データを取得する（写真-1）。
- ② 取得した点群データをシステムに取り込む（図-1）。
- ③ 点群データから検査対象の配筋面を抽出し、3D モデル化の処理をかける。
- ④ 生成モデルから、鉄筋径、本数、間隔（平均、最大、最小）、継手長の自動計測を行う（図-2）。
- ⑤ 仮想コンクリート面を作成し、鉄筋点群とのかぶりをヒートマップ化することが可能（図-3）。
- ⑥ 配筋データの出来形帳票を、システムから出力する。



地上型レーザースキャナ



スマートフォンによる動画撮影

写真-1 点群データ取得作業

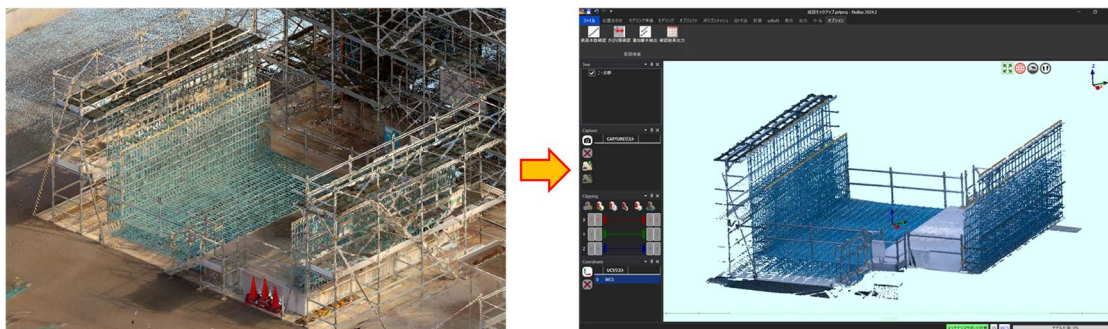


図-1 点群データのシステムへの取り込み

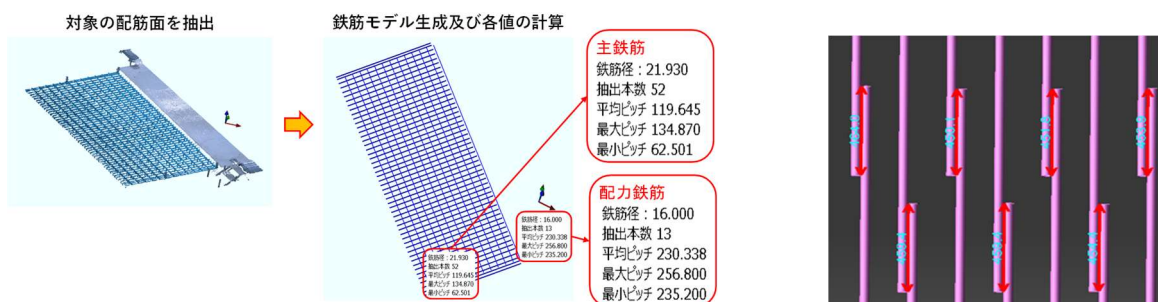


図-2 配筋面抽出からの鉄筋モデル生成及び接手長の自動計測

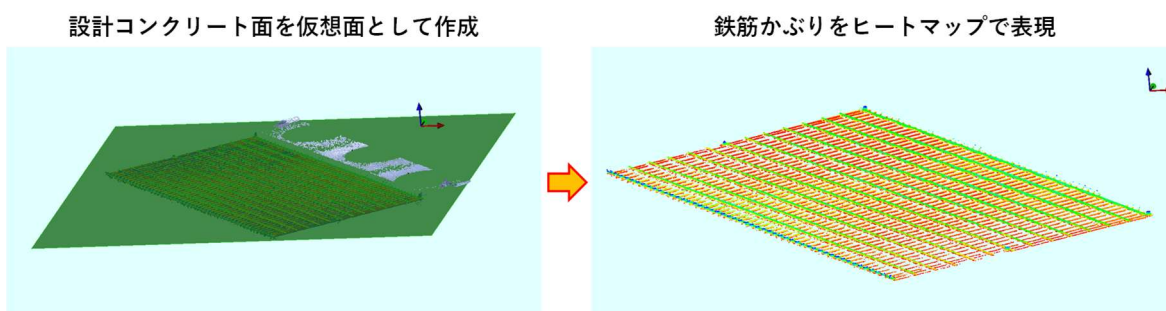


図-3 設計コンクリート面との比較による鉄筋かぶりの表示

2. 採用の効果

- ① 単独での計測作業が可能で、作業時間が短縮される。
- ② システムから自動出力されるため、帳票作成の負担がなくなる。
- ③ 成果作成時に計測者とデータ編集者を分業することで、双方の負担を軽減できる。
- ④ 写真による記録と異なり、配筋全数及び周囲の状況を 3D データとして取得できる。
- ⑤ 3D データをデータベース化することで、将来的な補修や維持管理に活用できる。

3. 課題

- ① アップロードした点群及び 3D モデルデータを、各種端末から閲覧可能なクラウドを開発し、遠隔臨場での施工確認可能なシステムを構築する。
- ② 実現場での運用にあたり利用可能な構造物範囲の拡大、それに伴う技術検証の実施する。

トンネル地質 DX 「Remote Geo」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

山岳トンネルの切羽観察・評価の業務を変革する統合システム

1. 事例概要

本技術は、山岳トンネルの切羽において、モバイルカメラ等で撮影した動画の点群化処理データを用いて切羽の亀裂を解析し危険箇所を抽出する3次元トンネル切羽亀裂解析システム「3D Crack Map」と切羽の高画質写真及びサーモ画像を用いて切羽観察を補助するAI評価するトンネル切羽評価AIシステム「Evaleye」を組合せて、亀裂状況、肌落ち危険箇所、地質・湧水などの地質情報を見える化・共有するものである (図-1)。

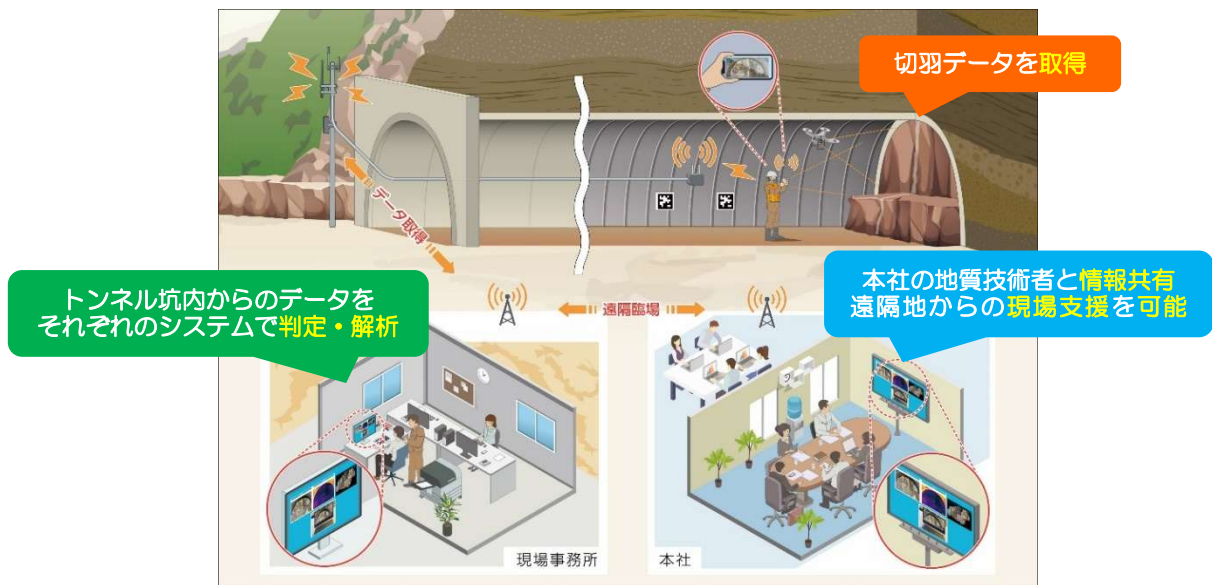


図-1 トンネル地質 DX 「Remote Geo」 運用イメージ

【機器・技術のスペック】

トンネル地質 DX 「Remote Geo」は、前述の3次元トンネル切羽亀裂解析システム「3D Crack Map」(図-2)とトンネル切羽評価AIシステム「Evaleye」(図-3)より構成される。

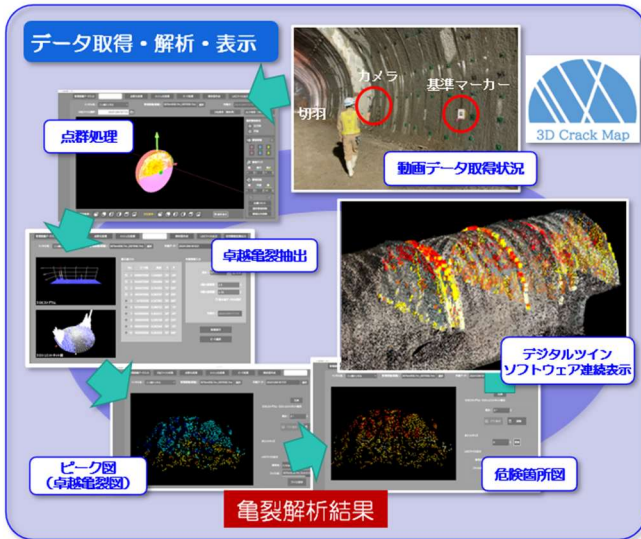


図-2 3次元トンネル切羽亀裂解析システム
「3D Crack Map」の解析イメージ



図-3 トンネル切羽評価 AI システム
「Evaleye」の解析イメージ

① 3次元トンネル切羽亀裂解析システム「3D Crack Map」

デジタルツインソフトウェアを利用して撮影した切羽の動画データを点群化し、その点群データを亀裂解析して卓越亀裂を抽出することで、卓越亀裂を示すピーク図や肌落ちの危険箇所図などの解析図を出力し、クラウド管理するシステムである（図-2）。卓越亀裂の抽出法は、従来より利用されているシュミットネット図を用いた解析であり、信頼性のある解析結果となっている。また、卓越亀裂の解析結果は亀裂の向きの傾向で色分けしているため、亀裂判別も容易となっている。

② トンネル切羽評価 AI システム「Evaleye」

専用照明により切羽面全体の色調やコントラストを均一化して、切羽の高画質写真及びサーモ画像をモバイルカメラで撮影するだけで観察項目を AI 評価し、データを自動アップロードできる「切羽 AI アプリ」とその判定結果を閲覧・共有・修正・出力が容易な PC Web クラウドアプリ「トンネル切羽観察システム」より構成されるシステムである（図-3）。

2. 採用の効果

誰でもトンネル切羽の写真と動画の撮影をすれば、現場事務所や遠隔地でも簡単な操作で、データの解析・評価が可能となるため、ばらつきを抑えた評価の均一化が図れ、業務を効率化することができる。これにより、現場の若手技術者と本社の地質技術者が情報共有し、遠隔地からの現場支援を可能にし、現状切羽の危険箇所等を共有することで安全意識を高め、技能の習得を図ることが可能である。

3. 課題

トンネル切羽評価 AI システムは、写真をクラウドへアップロードするだけなのでトンネル坑内より速やかに共有できるが、3次元トンネル切羽亀裂解析システムは、現状ではデータ量の大きい動画を用いるため、通信環境の整った現場事務所等に持ち帰りアップロードする必要がある。そのため、より速やかな共有を実現するためには坑内の通信環境の整備の方法を検討する必要がある。

BizStack による規制帯管理

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

IoT と生成 AI で高速道路リニューアルプロジェクト規制管理を効率化

1. 事例概要

高速道路リニューアルプロジェクトの一環で進める床版取替工事は、車線規制により一般交通を確保しながら工事を実施しており、工事の安全性と効率化、交通の円滑化、地域社会への影響軽減の観点から、日々、適切な規制帯管理を行うことが重要である。本取り組みは、IoT と生成 AI を組み合わせて規制帯情報管理を一元化し安全性向上と効率化を図るものである。



図 1. システムイメージ

【機器・技術のスペック】

現場データを一元化する IoT プラットフォーム「BizStack」と生成 AI を活用したアシスタント機能「BizStack Assistant」を使用する。URL:<https://www.tinkermode.jp/bizstack>

2. 採用の効果

① 規制帯情報の一元化による人的負荷を大幅軽減

従来、作業当日の規制帯設置の開始・終了時刻の確認は、現場常駐の規制管理者との無線または電話連絡により行っていたが、規制帯起点・終点、および工事車両出入口の保安設備位置を GPS で計測し、「BizStack」上で情報を一元化することで、規制管理者への問い合わせ回数が大幅に減り、人的負荷が軽

減された。さらに、外部サービスで提供される渋滞情報に基づき規制の判断を行えるようになったことで、担当者間の意思疎通や発注者からの問い合わせ対応がスムーズになった。(図2)

② アプリ連携により現場状況をリアルタイム確認

作業開始後の規制状況や渋滞状況、規制帯内で行われている作業状況を確認するために、移動時間を含め1日60分程度を要していたが、地図上の規制帯の位置情報と現場に設置したカメラの映像を、「BizStack Assistant」と連携したチャットアプリで呼び出し、リアルタイムに確認できるようにしたことにより、いつでも、どこからでも現場状況を確認することができ、1日あたりの確認時間が3分程度と大幅に短縮した。(図3)

③ 規制履歴の一括出力で報告業務を省力化

毎月の規制履歴を道路管理者に報告する際に、従来は日毎の履歴を手動で集計・記録していたため、100分程度(1日5分×20日)の時間がかかっていたが、「BizStack」に実装した規制履歴の一括出力により、毎月の報告業務のための集計・記録作業が不要になり、転記ミス等なく情報の正確性も向上した。(図4)

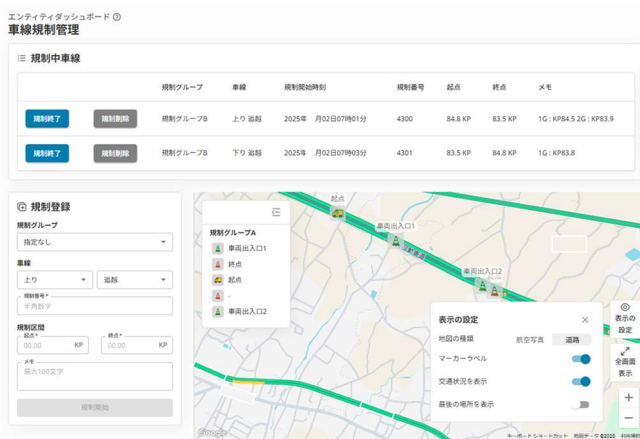


図2. BizStack 上で一元化された車両規制帯情報



図3. 規制箇所を設置されたカメラ映像

車線規制履歴

規制状態で絞り込み [ダウンロード](#)

規制状態	グループ	規制開始日時	規制終了日時	車線方向	車線種別	規制番号	起点(KP)	終点(KP)	メモ
規制中	規制グループB	2025年4月14日8時33分	-	下り	追越	4301	85.9 KP	86.9 KP	2G: KP86.2
規制中	規制グループB	2025年4月14日8時32分	-	上り	追越	4300	87.2 KP	86.2 KP	1G: KP86.9
規制終了	規制グループA	2025年4月7日10時18分	2025年4月11日17時17分	下り	追越	4301	59.9 KP	63.3 KP	2G: KP62.8 8:01~開始
規制終了	規制グループA	2025年4月7日10時17分	2025年4月11日16時37分	上り	追越	4300	64.6 KP	62.6 KP	1G: KP63.4 ※規制延長 7:28~開始
規制終了	規制グループA	2025年3月31日8時21分	2025年4月4日18時11分	上り	追越	4300	64.6 KP	62.6 KP	1G: KP63.3 ※規制延長
規制終了	規制グループA	2025年3月31日7時06分	2025年4月4日18時55分	下り	追越	4301	59.9 KP	63.3 KP	2G: KP62.9
規制終了	規制グループB	2025年3月18日7時05分	2025年3月18日17時10分	上り	走行	4300	87.2 KP	84.3 KP	G: KP86.9
規制終了	規制グループB	2025年3月17日7時18分	2025年3月17日17時13分	上り	走行	4300	87.2 KP	84.3 KP	G: KP86.9

ページあたりの表示件数 100 8件中 1 - 8

図4. 自動記録された規制履歴の一例

3. 課題

今後は、位置情報とカメラ映像をシームレスに確認できるよう利便性の向上を図るとともに、現場のニーズに応じて「BizStack」上で一元化・可視化できるセンシング情報を追加することで、適用範囲の拡大をめざす。

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

仮想空間での現場臨場

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。

【機器・技術のスペック】

◆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	7.0	統合モデル作成	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	点群生成（SfM）	AGI Soft

◆使用した機器

機器名称	種別	販売元	備考
Phantom4 RTK	UAV（ドローン）	DJI	
THETA V	360度カメラ	RICOH	
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箇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 地上に下りて現場を踏査

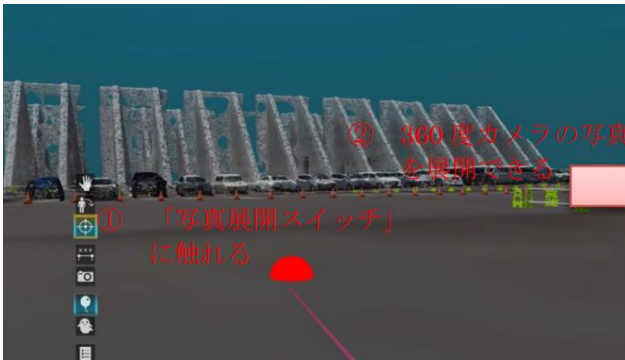


図-3 VR空間と360度画像との比較



写真-1 VRを用いた新規入場者教育

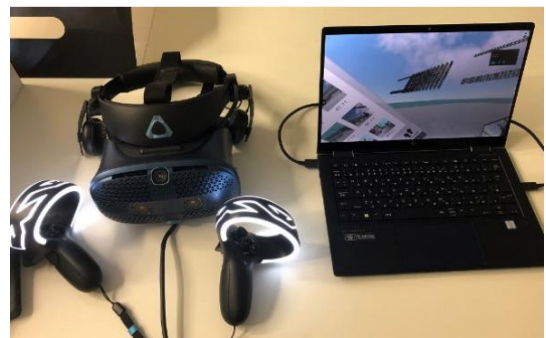


写真-2 HMDとゲーミングPC

3. 課題

VR系ソフトウェアや機器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）。また、VR空間に現場の状況をタイムリーに反映するため、モデリングオペレータの負荷が大きい

3Dモデルを活用した施工管理とメンテナンスへの活用

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

3Dモデルを活用した施工管理情報のプラットフォーム構築

1. 事例概要

老朽化した栈橋補修工事において、仮設足場と支保工を含めた施設の3次元モデル作成し、効率的で安全な施工計画に活用するとともに、作業員に対して360度モデルを回転させながら安全教育を行った。また、この3次元モデルを施工管理情報のプラットフォームとして活用し、工事の進捗に伴う各種管理項目（出来形、品質、写真）を属性情報として付与しながら施工管理を可視化した。工事竣工時は、施設管理者が今後の施設の維持管理計画に活用できるように、ソフトの取扱方法をまとめたマニュアルと一緒にデジタルデータを提供した。



劣化した栈橋の支柱

【機器・技術のスペック】

◆使用したソフトウェア

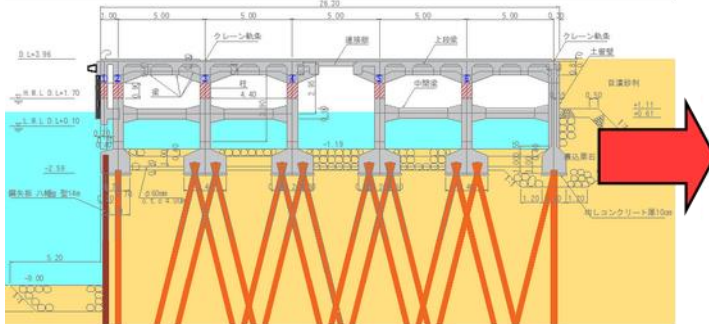
ソフト名称	バージョン	用途	販売元
AutoCAD	2020	3次元モデル作成	Autodesk
Revit	2020	3次元モデル作成	Autodesk
Navisworks Manage	2020	属性情報付与	Autodesk
Navisworks Freedom	2022	ビューワー	Autodesk
SketchUp Pro	2020	3次元モデル作成	Trimble

2. 採用の効果

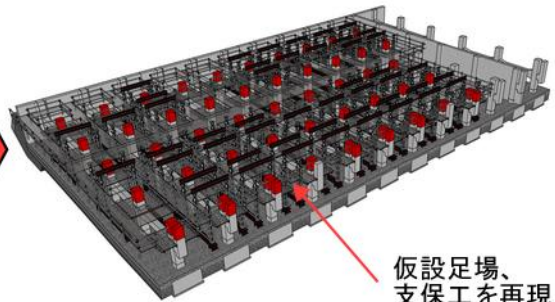
3次元モデルを安全教育に活用することで、作業員は建設現場の構造や災害リスクを視覚的かつ具体的に理解することができた。また、実際の作業環境をモニタ上でシミュレートすることで、作業員は危険箇所や作業手順をより明確に把握することができた。これにより、図面や文章、口頭による安全教育よりも、より実践的となり無事故無災害で工事を完了することができた。

施工中は、この3次元モデルを施工管理情報のプラットフォームとして利用することで、栈橋上の施工箇所と施工管理情報が視覚的に把握可能となり日々の施工管理が容易となった。

施設管理者は施工管理情報が付与されたデジタルモデルを維持管理計画に活用することで、施設の予防保全や定期的なメンテナンス計画を効率的に立案することが可能となる。



発注図 (2次元図)

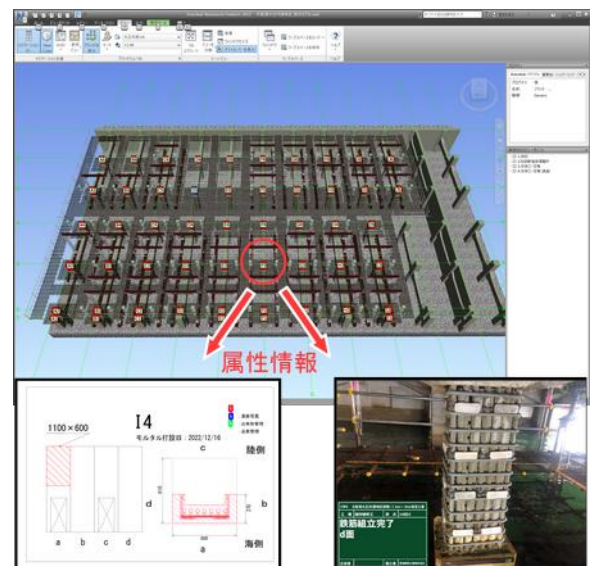


仮設足場、
支保工を再現

3次元モデル化



3次元モデルを用いた安全教育状況



属性情報が付与された3次元モデル

3. 課題

3次元CADの取扱は高度なスキルが必要である。特に属性情報の付与は施工を詳しく理解する力も求められる。また、令和5年度からはBIM/CIMが原則適用となっており、3次元CADを取り扱うことができる高度なスキルを有するオペレーターの確保と継続的な教育体制の構築が重要である。

くわえて、これらのソフトを動かすためにはグラフィック機能を強化した高性能なパソコンが必要となり、パソコンを構成する部品に関する知識も求められる。

海上工事統合デジタルツインシステム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

海上工事の情報を統合、安全性向上・施工効率化

1. 事例概要

海上工事は、陸上工事と比較して管理すべき情報が多岐にわたり、その複雑性が課題となっている。作業船、土運船、起重機船など複数の船舶が同時に稼働し、さらに一般船舶の航行監視、気象・海象の変化への対応、潜水士や作業員の安全管理など、リアルタイムで把握・判断しなければならない情報が膨大に存在する。こうした課題を解決するため、東亜建設工業はランドログをプラットフォームとして採用し、自社の施工管理システムと API 連携することで、海上工事に特化した統合デジタルツインシステムの構築に取り組んだ。工事海域の船舶動静情報、施工情報、警戒情報等をクラウドサーバーに集約し、3次元仮想空間上にリアルタイムで表示する。また、4Dシミュレーション機能により作業計画をデジタルツインで再現し実施工へフィードバックすることが可能である。これらにより、海上工事の安全性向上、並びに施工管理の効率化による施工性と生産性の向上を図ることが可能になった。

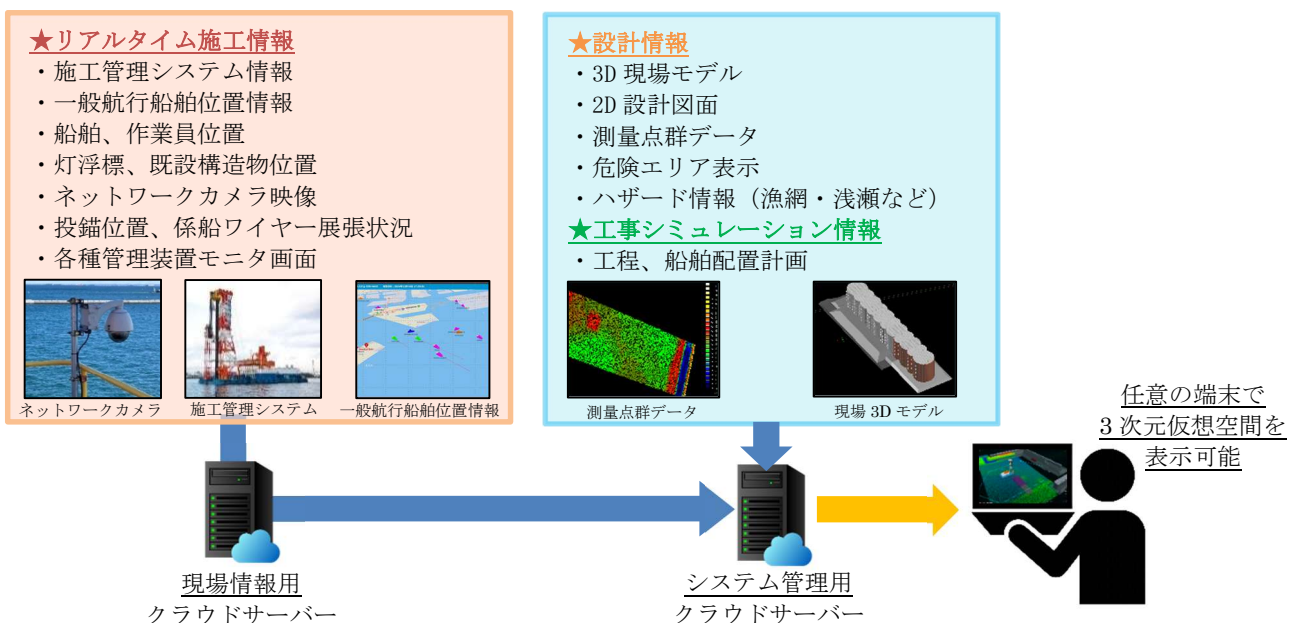


図-1 システムイメージ

【機器・技術のスペック】

- ・ランドログプラットフォーム:3D データ統合管理、デジタルツイン表示、API 連携基盤
- ・航行監視システム:船舶位置情報(GNSS・AIS)のリアルタイム取得・配信、各種アラート情報
- ・見える化システム:現場カメラ映像の統合管理・配信
- ・気象情報システム:温度、風速、雨量、湿度、気圧などの環境データ
- ・施工管理システム:アンカー位置、作業員位置、潜水士情報、土量検収などの現場データ

2. 採用の効果

- 1) 各種情報を3次元仮想空間上で統合管理することで、情報収集や共有が容易になり、施工性や生産性が向上する。
- 2) 工事中の危険を自動で検知し注意喚起することで、安全性が向上する。
- 3) 4Dシミュレーション機能により現地状況に応じた詳細な施工計画の立案・検証ができ、施工性と安全性が向上する。

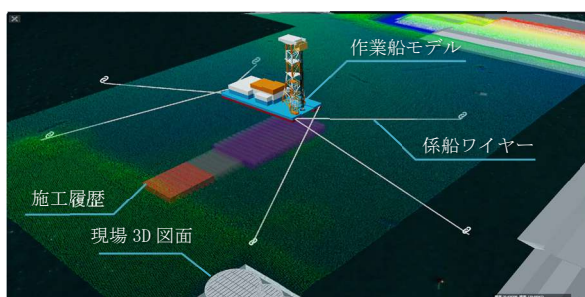


図-2 システム画面

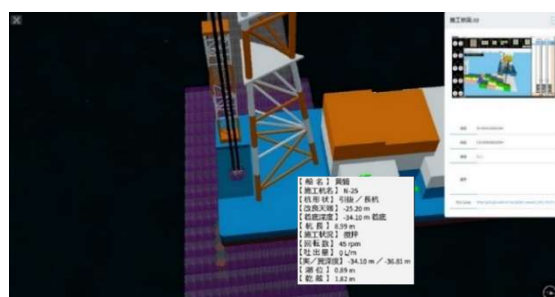


図-3 施工情報表示機能

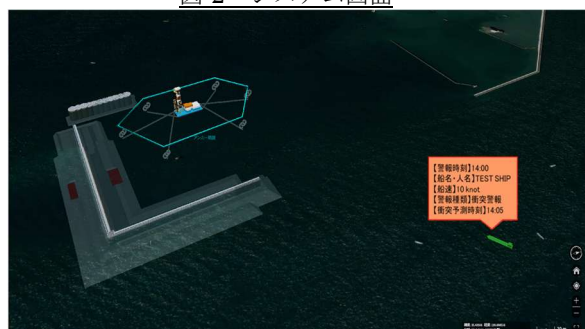


図-4 接近・衝突予測警報表示

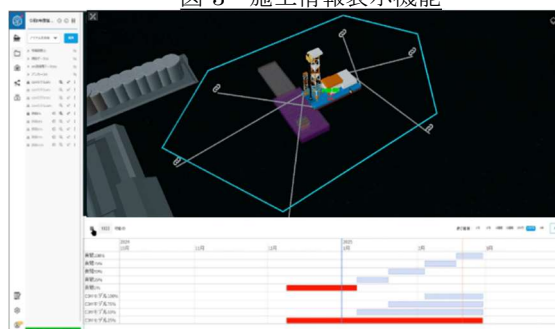


図-5 4Dシミュレーション機能

3. 課題

インターネットに接続できないエリアや、GNSS 端末が使用できない場所では、システムを利用することができない。

デジタルツインを中心としたコンクリート施工の効率化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

多種システムの連携でネクストレベルの施工管理を実現

1. 事例概要

対象工事では、フェリー等が着岸時に使用する船尾部の護岸を施工した。本護岸の上部工は複雑な形状で、狭隘なエリアに重機を配置する施工となった。そのため、効率的な施工計画の立案・共有や効率的な施工管理・安全管理が求められた。

BIM/CIM 共有クラウド「KOLC+」をプラットフォームに、「AR 締固め管理システム」や「コンクリート内部センシングシステム」などの各種計測システムを連携しデジタルツイン遠隔監視を実現した。

(図1) また、「自動散水システム」によるコンクリートの品質確保の取り組みや、「AR 配筋確認システム」や「AI を使用した KY 活動支援システム」を導入し、安全確保と作業効率の向上に取り組んだ。

これらの取り組みの結果、品質、作業効率、安全性が格段に向上し、管理業務全般の高度化・生産性(効率)の向上を実現した。また、対象工事は国土交通省四国地方整備局主催「令和7年度インフラ DX 大賞」四国地方整備局長を受賞した。



図1 KOLC+表示画面

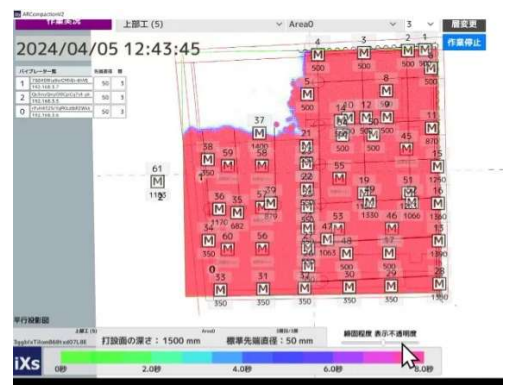


図2 AR 締固め管理システム管理画面

【機器・技術のスペック】

「KOLC+」を中心に以下のシステムを連携し、デジタルツインを実現した。

システム名称	概要	販売元
KOLC+	BIM/CIMモデルや点群データをクラウド上で統合・共有・活用できる「BIM/CIM共有クラウド」	株式会社コルク
AR締固め管理システム	バイブレータ挿入箇所と時間のデータ取得し、ARによる可視化によって過不足のない効率的な締固め作業を管理	株式会社イクシス
Safie Connect	「AR締固め管理システム」の管理画面（PC）をKOLC+にクラウド転送	セーフィー株式会社
PコンPalette	Pコン代わりに設置する、非埋込型ワイヤレスコンクリート温度センシングシステム	株式会社Momo
傾斜計・水位計	既設岸壁の傾斜や締切内外の水位を計測	株式会社ソーキ
環境測定機器	外気温や湿度、風向風速を計測	千代田測器株式会社
Box	各種資料を保管するクラウドストレージ	Box Inc.

その他、利用技術は以下の通り。

- ・自動散水養生システム：マットの保水率が下がると、全体に配置したホースから自動で追加散水。散水作業の省力化だけでなく、養生マットの保水率を遠隔監視することで、現場巡視の負担も軽減。
- ・AR 配筋確認システム：携帯カメラ上で重畳表示された 3D モデルと現実の鉄筋を見比べることで、現地と図面を見比べる手間が不要となり、効率的な管理を実現。
- ・AI を使用した KY 活動支援システム：作業内容を入力すると、AI が様々な労働災害事例を紹介するシステム。KY 活動のマネリ防止や現場経験が浅い若手社員の安全指示の教材となるといった効果を実現。

2. 採用の効果

- ・「AR 締固め管理システム」により、締固め箇所や締固め状況を視覚化し、密な配筋部へのムラのないコンクリート充填、締固めを実現。また、指定の保水率を管理可能な「自動散水システム」は、高品質なコンクリート養生とともに、作業員による散水作業の削減を実現。両システムを活用することで、品質及び作業効率を向上（約 1.3 倍）。
- ・「AR 配筋確認システム」により、モバイル端末の画面上に CIM モデルを重畳表示することで、配筋確認を一目瞭然とした。確認時間の短縮とともにミスを防止し、品質及び作業効率が向上（約 1.1 倍）。
- ・「AI を使用した KY 活動支援システム」により、作業内容を入力するだけで、様々な労働災害事例を AI が提示。より現場に即した労働災害事例を活用した安全教育が行える事で、安全性が向上。

3. 課題

- ・複数システムを導入するため、費用が高額となる。
- ・ベンダーにシステム間の連携を依頼（開発）する必要がある。
（※連携を意識した新規システムも増えてきている）

Matterport (マターポート デジタルツイン プラットフォーム)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

建設現場を手軽にデジタルツイン化

1. 事例概要

建設現場において、ICT、BIM/CIM の普及により 3 次元計測による現況取得が進んでいる。一般的に活用されている地上型レーザーキャナー (TLS) は高価であり、操作とデータ処理に専門知識を持つ技術者を必要とする一方で、Matterport は TLS に比べて安価であり、かつ操作の簡便性に優れているため現場にいる誰もが扱え、点群データおよび写真画像が迅速に取得できる。計測状況を写真 1 に示す。また、ソフトウェアのインストールを必要とせず、関係者の誰もがブラウザ上で寸法を計測することができるため、出来形管理などの寸法測距を必要とする業務をリモート化できる。デジタルツイン内に付箋のように図面などの資料や動画を貼り付けることができるタグ機能や、デジタルツイン内で非同期コミュニケーションが可能なノート機能などにより、現場を忠実に記録し可視化することができる。当社は鉄道施設、下水道処理施設、山岳トンネル、シールド、橋梁下部工等で活用している。



写真 1 計測状況

【機器・技術のスペック】

Matterport Pro3 スペック (カタログより抜粋)

- ・ LiDAR 技術搭載 測定精度 (±20mm@10m), 最大測距 100m, 1 ヶ所あたり 20 秒未満で測距
- ・ ウォークスルー機能 : 意識のある空間をスムーズに歩き回る没入体験を実現 (写真 2)
- ・ ドールハウス機能 : 建物全体を実写の立体像としてあらゆる角度から俯瞰的に見直す (写真 3)
- ・ 寸法測定機能 : バーチャル空間内をクリックして簡単に寸法を測定 (写真 4)
- ・ タグ機能 : ボタンを付加して、文字、画像、ストーリーミング動画を表示し、URL リンクを追加
- ・ ノート機能 : コメントやタスクを書き込む、関係者へ伝達し、共同作業や判断を迅速化 (写真 5)
- ・ 点群、BIM 対応 : 点群データ、e57, OBJ, RVT, DWG CAD 形式に書き出し可能



ウォークスルー機能

写真 2



ドールハウス機能

写真 3



寸法測定機能

写真 4



ノーツ機能

写真 5

2. 採用の効果

①現地調査

当社の土木部門の現場では、360度カメラと、TLSによる点群データ取得を併用していた。360度カメラは技術者以外の担当者も使用していたが、TLSの操作は、専門技師を現場に派遣していた。一方でMatterportの操作はシンプルかつ直感的なため、現場にいる一般の作業員が扱え、パノラマ写真画像と点群データを同時に取得できるようになった。下水処理施設における現地調査のドールハウスを**写真6**に、トンネル現場でのドールハウスを**写真7**に示す。またVRとの親和性も高い。

②出来形管理業務

Matterportでは現場で取得したデータに、関係者がいつでもアクセスし、高精度で空間内の寸法を測距することができるため、出来形管理業務をリモートで行うことも可能となった。従来、出来形管理業務では、お客様の立ち合いに向け、安全の徹底や調整に工数と時間を要し、受け入れ人数が限られる場合があったが、デジタルツインの活用によって現場への訪問回数を削減し効率的に業務を遂行することができるようになった。

③関係者への報告

タグ機能を用いてデジタルツイン上に図面などの資料を埋め込んでおくことで、本部と現場、設計者と施工者、発注機関との間で、いつでもどこからでも確認・照合・報告が完結できるようになった。また、ノーツ機能を使えばデジタル空間上でお客様と非同期コミュニケーションが行なえることによって、コミュニケーションの円滑化、手戻り防止によって省力化でき、業務効率化に繋がった。橋梁下部工でのタグ機能活用状況を**写真8**に示す。

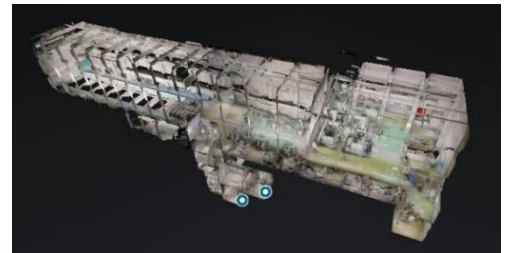


写真 6 下水処理施設のドールハウス

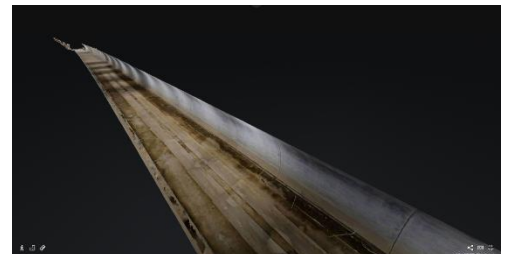


写真 7 トンネル現場のドールハウス



写真 8 橋梁下部工でのタグ機能

3. 課題

取得画像を自動でつなぎ合わせる際、山岳トンネルやシールドといった特徴点のない線形構造物ではエラーや誤差が出る。この場合、マーカー（QRコードが印刷された紙）を数メートルおきに貼り付けておき、Matterportで認識させながら自動で繋ぎ合わせる作業を補助する必要がある。マーカーが無い場合、空間内にいくつかの物体を物理的に配置し、特徴点を強制的に作ることで解決することも可能である。

【本技術に関する問合せ先】

japan@matterport.com

<https://matterport.com/ja>



<https://my.matterport.com/show/?m=LCKGprwJUUG>

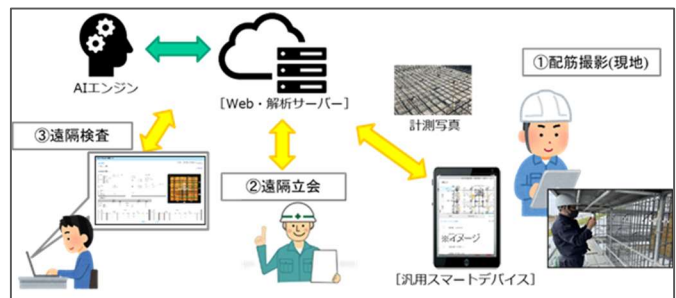
Matterport サンプル

スマートデバイスを利用した配筋 AI 検査システム (Sma-Easy/スマイージ)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

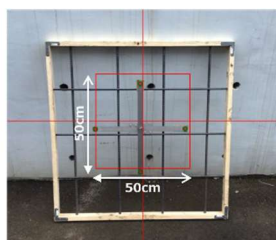
1. 事例概要

本システムは、共通の課題認識を持った建設会社4社（東急建設・北野建設・佐藤工業・ピーエスコストラクション）により共同で開発されました。スマートフォンやタブレット端末といった汎用のスマートデバイスと十字マーカーのみを用いて、配筋自動検査を実現するシステムです。計測対象面に十字マーカーを設置し、複数枚の写真を撮影（3～5枚）、サーバにデータを送信するだけで、配筋の本数、径、間隔を自動で算出し、照合結果をその場で確認できます。また、Webアプリケーションに様々な機能があり、遠隔立合い終了と同時に帳票提出が可能です。



【機器・技術のスペック】

汎用スマートデバイスは画角が広いいため近距離での計測が容易です。また、汎用のスマートデバイスと折り畳み可能な十字マーカーのみで計測が可能であるため、作業性に優れています。現在、iPad、iPhoneでの動作確認ができています。



スマートデバイス画面表示例



足場上撮影例 (iPad)



地下工事撮影例 (iPhone)

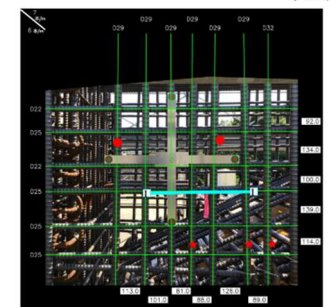
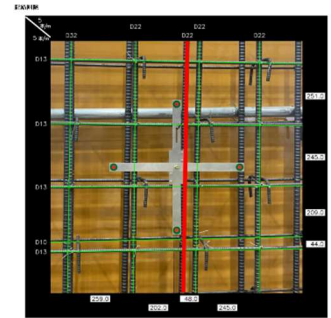
【Web アプリケーション各種機能】

不要配筋除去機能

本システムでは、複数枚の写真の角度が不十分だった場合や対象鉄筋と非対象鉄筋の距離が近接している場合等において、不要鉄筋が検出される可能性があります。その場合、計測者は計測結果から不要鉄筋を指定（画面上の赤線）して、除去することができます。配筋間隔は除去後、再計算されます。

マーカ計測機能

本システムには、配筋計測結果画像に映っているスペーサーの個数をカウントする機能や配筋の重ね継手長を計測する機能があります。スペーサー位置の指定はユーザが画面を見ながら指定します。重ね継手の開始位置と終了位置はユーザが指定することにより自動で計測長が算出されます。



帳票自動作成機能

本システムでは、計測処理および計測結果の確認が完了した時点で、帳票出力ボタンを押すことで、計測結果内訳表が PDF 形式で出力されます。

計測範囲のすべての設計値と計測値、修正値および判定結果が一覧表で表示され、解析結果画像が添付されます。



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%程度削減できます。
- ・ 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します。

②品質向上効果

- ・ スケール計測と比較して計測手間が少ないため、広範囲のチェックが可能となります。
- ・ 遠隔臨場時、ビデオ通話と組み合わせることで、品質チェックの見落としを防止できます。

3. 課題

本システムは施工会社 4 社により現場試行運用を行っています。今後、広く利活用を促進するための運用体制を確立すべく調整中です。

【本技術に関する問合せ先】

東急建設株式会社 技術研究所 池田

TEL : 080-4728-8736

E-mail : ikeda.naohiro@tokyu-cnst.co.jp

<https://www.tokyu-cnst.co.jp/technology/2740.html>

産業用ドローン自立型ドックステーションの活用（レベル 3.5 飛行）

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

建設現場において、ドローンを活用した画像取得や写真・レーザー測量が進んでいる。そのほとんどが目視内飛行による手動操作となっている。産業用ドローン自立型ドックステーション「DJI Dock 3」の導入により、遠隔地からの自動離着陸・充電が可能となった。製品外観を写真1に示す。



写真1 DJI Dock 3 外観※1

【機器・技術のスペック】※1

ドック - 一般

製品名：DJI Dock 3

総重量：55 kg（機体を除く）

サイズ：ドックカバーを開いた状態：1760×745×485 mm（長さ×幅×高さ）

：ドックカバーを閉じた状態：640×745×770 mm（長さ×幅×高さ）

入力電圧：100～240 V（AC），50/60 Hz 入力電力：最大 800 W

動作環境温度：-30℃～50℃ 保護等級：IP56 最大風圧抵抗（着陸時）：12 m/s

ドック - 充電性能

出力電圧：35 V DC 充電時間：27 分

機体 - 一般

重量：1850g 最大離陸重量：2090g サイズ：377.7×416.2×212.5 mm（長さ×幅×高さ）

最大上昇速度：6 m/s（ノーマルモード） 10 m/s（スポーツモード）

最大下降速度：6 m/s（ノーマルモード） 8 m/s（スポーツモード）

最大水平速度（海拔，無風）

ノーマルモード，障害物検知有効時：15 m/s（前方飛行），12 m/s（後方飛行），10 m/s（側方飛行）

スポーツモード：21 m/s（前方飛行），19 m/s（後方飛行），15 m/s（側方飛行）

最大飛行時間：54分 最大ホバリング時間：47分 最大航続距離：43 km

機体 - カメラ

表1 イメージセンサー性能

	DJI Matrice 4D	DJI Matrice 4TD
広角カメラ	4/3型 CMOS, 有効画素数: 20 MP	1/1.3インチ CMOS, 有効画素数: 48 MP
中望遠カメラ	1/1.3インチ CMOS, 有効画素数: 48 MP	1/1.3インチ CMOS, 有効画素数: 48 MP
望遠カメラ	1/1.5インチ CMOS, 有効画素数: 48 MP	1/1.5インチ CMOS, 有効画素数: 48 MP

※¹: DJI JAPAN 株式会社 HP より

2. 採用の効果

① 定点撮影業務の大幅な効率化

事前の検証において、従来の手動飛行による定点撮影と比較し、手間と時間を約50%削減する効果を確認した。

② 安全性の向上と迅速な情報共有

有資格者による遠隔監視により、現場の危険箇所への立ち入りを最小限に抑えることができる。緊急時には現場と本社間でのリアルタイムな情報共有が可能となり、迅速な意思決定を支援する。写真2に能越道穴水道路でのドローン撮影画像を示す。

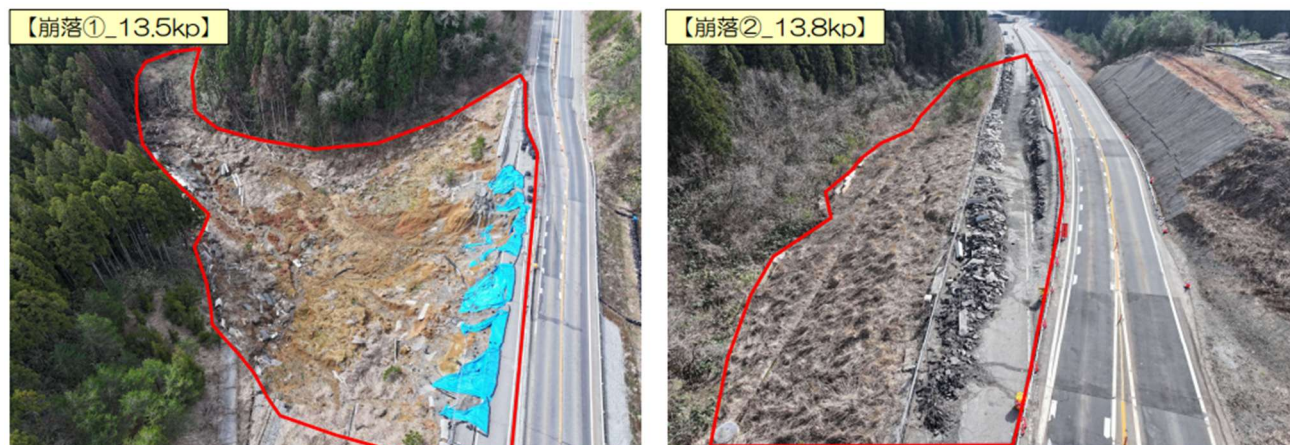


写真2 崩落した道路の様子（能越道穴水道路）

③ 写真測量

画像をシステムにアップロードするだけで、自動的に3次元点群データを生成できるクラウド型サービスとの連携により土工事の数量把握や出来形管理において大幅な業務効率化が実現できる。

3. 課題

「特定飛行」に該当するため、国土交通省への飛行申請が必要となる。その際に、二等無人航空機操縦士の資格が必要となる。なお、当社の土木事業本部 ICT 推進 G では一等無人航空機操縦士が1名、二等無人航空機操縦士が6名在籍しており、申請書類の簡略化、現場技術者の負担軽減、業務効率化等に努めている。

【本技術に関する問合せ先】

DJI JAPAN 株式会社

<https://enterprise.dji.com/jp/dock-3>

海上工事デジタルツインシステム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

海上工事の配船・船舶情報をリアルタイム管理

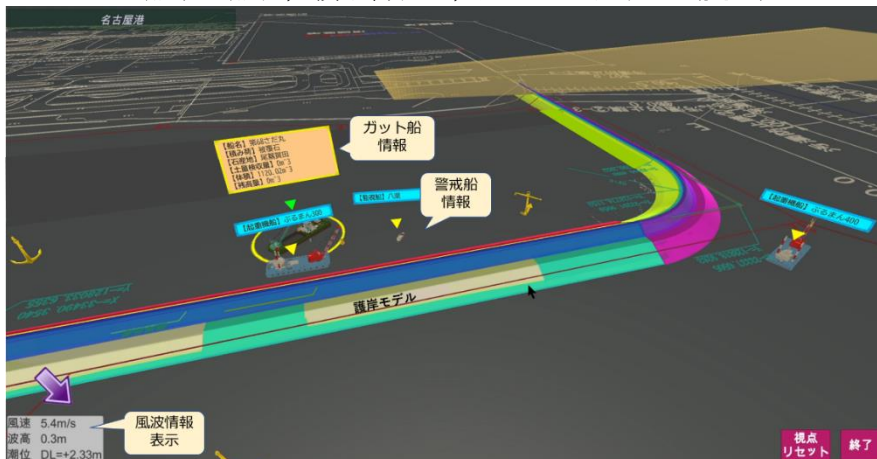
1. 事例概要

沖合における海上工事は、一般的に港付近の広大な海域が作業区域となり、作業船の配船状況を俯瞰して見られる場所の確保は困難である。新設の海上構造物の築造工事における基礎工などの施工では海上に複数の船舶が散在している状況を一見しても、どの位置で何の作業をしているのか遠目からでは判断しづらい。従って現場担当者が各船舶に乗船し、電話や無線連絡、複数の ICT システムを併用した人的な監視によって統合管理を実施している。このような現状から、より効率的に現場管理を行うために現場から得られる情報をリアルタイムに仮想空間に反映し集約表示させることにより、理解しやすく直感的に扱えるデジタルツインシステムを構築し現場へ適用した。これによりデータ入力手間を省略するとともにクラウド経由でデータ共有を行えるため、現場事務所や支店など遠隔地での BIM/CIM によるリアルタイムデータ管理が可能となった。

【機器・技術のスペック】

(1) 収集するデータ

船舶の位置はスマートフォンの GNSS 情報とした。本システムと連携させるための専用スマートフォンアプリにて船名や船種、積み荷種別、産地を選択する (図 3)。スマートフォンを各作業船 1 台ずつ配置



することによりこれらの情報をクラウドで集約し、該当する作業船 3D モデルに付加される属性タグにテキスト表示されるようにした。属性タグはスマートフォンの電源が ON の間、表示されるようにした。また、石材投入中はガット船周囲を黄色円が点滅する表示とし作業中であることが認識できるようにした。

図 1 海上工事デジタルツインシステム画面

表 1 スマートフォンアプリからの取得データ

船種	船名	積み荷種別	産地
ガット船	○	○	○
起重機船	○	△	-
警戒船	○	-	-
交通船	○	-	-

ガット船の石材検収数量については、「ガット船測りマス」((株) エム・ソフト製) を使用して算出した。iPhone/iPad アプリケーションであり、端末に搭載されているカメラやセンサーにより空間を認識し石材検収形状である四角錐台の各頂点を画面内でタップすることにより自動的に体積計算を行う。計算結果は csv ファイルとして出力可能であり、これをアプリから直接クラウドへ送信することが可能である。本システムはこのデータをクラウドから読み込んで属性タグへ表示させる。



図 3 システム概念図



図 2 専用スマートフォンアプリ画面

(2) 出力データ

(1)にて収集した情報をリアルタイムに仮想空間に統合し3次元表示する。また、ガット船検収数量データは順次蓄積され、これをもとに石材投入管理一覧表が作成される。

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化効果

仮想空間でのリアルタイム表示により現場状況を把握する本システムの試行によって、移動回数の30%減など、海上工事のように施工現場と事務所が離れている場合における遠隔管理の利便性を確認することができた。また、ガット船の検収作業は通常5名のところ、1名で対応することができる。

②安全性の向上

管理者の臨場頻度、人数の減少により移動や臨場作業のリスクを軽減することができる。また、起重機船は常滑港岸壁と現場を毎日往復回航していたが、中部国際空港の南側進入表面直下区域では空港から離れた南側を回航するルールであった。現場内作業だけでなく、回航状況を本システムで監視することによりこのようなルールの遵守確認にも活用できる。

3. 課題

スマートフォンの装備が必須であるため、異なるガット船が日々入れ替わる場合においては都度乗船して配置する必要がある。

広域俯瞰映像（フライングビュー）を用いた海上工事の安全対策

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

物体検知システムの早期導入により現場の安全性向上を実現

1. 事例概要

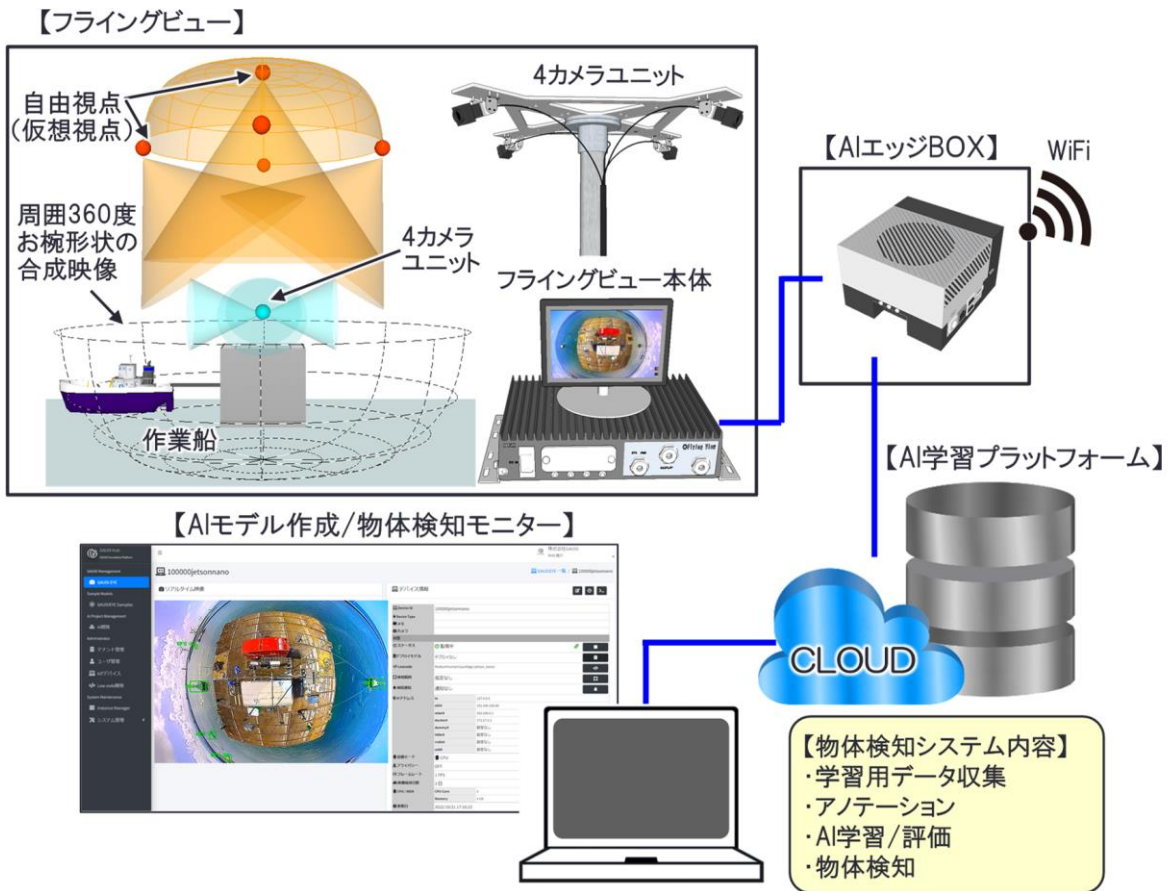


図-1 フライングビューの広域俯瞰映像を用いた物体検知システムの概要

作業船のマストや工事現場の高所に4台の魚眼カメラを設置し取得した映像を合成することで、自由視点でシームレスな周囲360度の広域俯瞰映像を表示する。また、AI検知システムにより、事前に学習

させた船舶画像や作業員から周辺船舶とその船種を検出することで周辺船舶の動向を監視することを可能とした。

4 台の魚眼カメラを一体化した 4 カメラユニットを使用することで、海上工事では使用する多種の作業船に対し容易に取付が行えるようにし、4 カメラユニットで撮影した映像は操船室や現場作業所に設置したモニタに表示され監督員がいつでも監視することができる。作業船における作業では、土運船の船長や見張員は浚渫船への離接舷状況のほか、浚渫土積込中の作業員動向状況などを船体間際から死角の無いシームレスな映像により詳細に把握することができる。

また、作業船の海上航行中には、これまでは歪みのある魚眼カメラの合成映像では船舶検出が困難であったが、フライングビューの広域俯瞰映像を用いた AI 船舶検知システムにより周辺船舶検出が可能で、船長や見張員の目視監視を補完することができる。始めて利用する海域では魚眼カメラ映像を追加学習する必要があるため、クラウドを介した追加学習の環境を整え迅速な対応を可能とした。

【機器・技術のスペック】

「フライングビュー」は、沖電気工業株式会社の登録商標です。

「AI 船舶検知システム」は、株式会社 GAUSS の AI モデルを利用しています。

2. 採用の効果

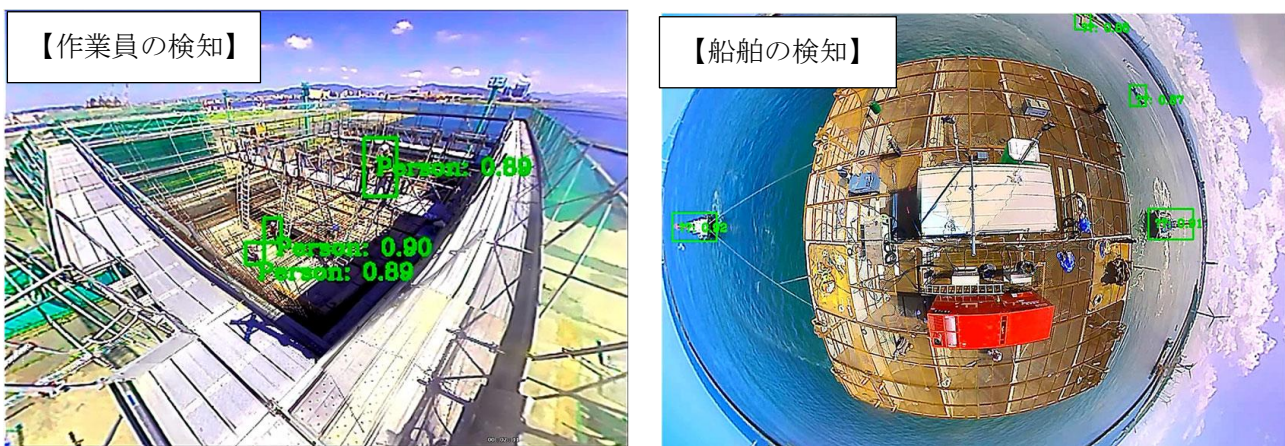


図-2 フライングビューによる広域俯瞰

フライングビューの俯瞰映像から得られた画像データを使用し、クラウドを介して AI モデルを作成できる物体検知システムを構築することで、施工中におけるフライングビューの映像を誰でも・何処でも・容易に AI 学習させることが可能となった。これにより、工事完了後に外部に依頼していた学習用データの収集や AI 学習・評価、物体検知システムの構築までを工事中に職員が行えるようになり、従来に比べ導入費用と導入までの期間を 6 割以上削減することができた。

また、工事開始後の現場に対して速やかに配備可能となるとともに、作業内容が大きく変更した際にも現場で追加学習させることで、迅速な対応が可能となった。今後、フライングビューの俯瞰映像と AI を融合させた物体検知システムの現場導入を加速化することで建設 DX を推進するとともに、工事での更なる安全性や作業効率の向上を図る。

3. 課題

追加学習の自動化により追加学習作業の省力化が図られる。

打設杭トータル施工管理システム Pile T-Real

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

杭の打設管理を合理化・デジタル化する

1. 事例概要

既成杭の打撃工法の施工フローは、杭の建込みからハンマによる打込み、支持層到達の確認、打止めまでの工程から構成される。従来方法では、杭の建込みや打込み中の誘導に直交2方向からトランシットにより杭の傾斜と杭芯のずれを目視確認する方法、支持層到達や打止め時の杭の高さ管理には杭頭に配置したスタッフの値をレベルで読み取る方法が一般的に用いられている。また、支持層での打止め管理時の貫入量、リバウンド量は、人による記録紙へのペン書き法で計測している。これら従来方法では、杭の誘導に2名、高さ管理に1名、打止め管理に1名の合計4名以上の技術者が必要となり、将来的な技術者不足を補うためにも作業の省人化・効率化が必要である。また、いずれの管理も目視による確認や計測であり、施工管理やその記録がデジタル化されておらず、これらの管理が現場の安全性や効率性の向上、働き方の変革などに活用されていないのが現状である。そこで、東洋建設は、杭の打設における誘導から打止め管理までの一連の打設管理を合理化・デジタル化した。

【機器・技術のスペック】

(1) 杭の誘導システム

杭の位置、高さ、傾斜の誘導は、図-1に示すように3台の自動追尾式トータルステーションによる計測情報をもとに、3Dモデルで表現した杭の打設状況をパソコン画面内のVR（仮想現実）空間上にリアルタイムに表示する。さらに360度カメラで撮影した現場のリアルタイム映像を背景として合成した実写VR空間とすることで、実際の映像と杭の打設状況などの3Dモデルを重ねて表示し、杭の誘導を安全かつ効率的に行うことが可能になった。

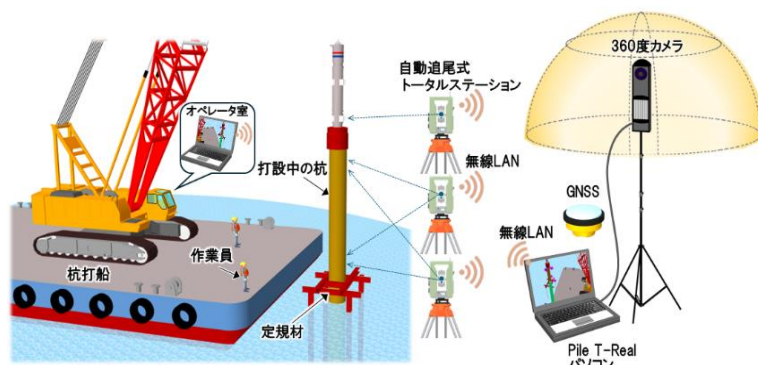


図 1 Pile T-Real を用いた杭の誘導状況

橋梁耐震補強工事における ICT 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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

早期に！簡易に！精度よく！！現況形状を把握できないか
 短時間で！簡易に！精度よく！！アンカー位置を把握できないか

1. 概要

橋脚の耐震補強工事における RC 巻立て工及び落橋防止システム工における ICT の活用実績を報告する。

2. RC 巻立て工における ICT 活用

【2-1. 施工上の要求事項】

既設躯体の傾きやゆがみを考慮し、巻立て厚 250 mm 以上を確保するため、現況形状の把握が求められた。(図-1) 足場組立後に行う従来の計測方法では、下記問題点がある。

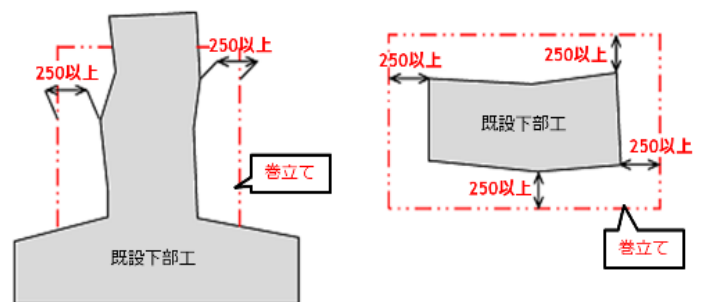


図-1 巻立てイメージ

- ・計測に時間と労力を費やす
- ・型枠や鉄筋などの資材調達期間が短くなる

【2-2. 解決策の検討と実施】

解決策：『3D レーザースキャナーによる点群測量データの活用』

条件①：施工着手前に足場等の仮設を必要としない方法で計測できる

条件②：計測精度が得られる

実施：着工前に点群測量結果を基に現況形状の把握を行った。

(図-2)

- ・3次元データ⇒2次元データ (立面図と 50 cm 間隔での断面図)

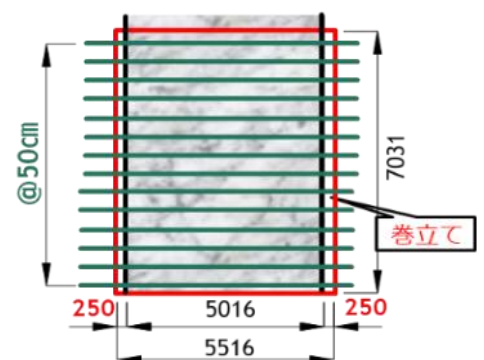


図-2 2次元データ (立面図)

【2-3. 効果】

解決策の実施による効果は以下の3点が挙げられる。

- 効果①：協議へのスムーズな移行と資材調達に対する十分な余裕期間を確保
- 効果②：協力会社等を利用することで作業所職員の労力を 98% 削減
- 効果③：3次元仮設検討、3次元モデル造形への展開

【2-4. 更なる改善事項】

点群データの解析値と現地での実測値で最大 10 mm程度の差異が生じた。

下記により解析精度の向上が見込める。

- ・点群合成時における解析条件の見直し
- ・点群断面の決定時における点群処理に特化したソフト（TREND-POINT 等）の導入

3. 落橋防止システム工における ICT 活用

【3-1. 施工上の要求事項】

高精度での計測による位置決定と製作への反映が求められた。（写真-1）

従来の手計測やトレースによる計測方法では、下記問題点がある。

- ・計測や図面化に時間と労力を要する
- ・ブラケットの大型化に伴い計測精度が大きく低下する

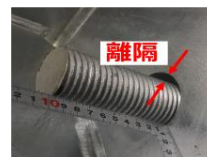


写真-1
上：アンカー設置状況
下：ブラケット設置状況

【3-2. 解決策の検討と実施】

解決策：『デジカメ 3次元計測システム（VFORM）の活用』

条件①：作業効率化及び省力化が図られること

条件②：計測精度が得られること

確認方法：計測データを基に工場加工した「精度確認用木製実寸パネル」（写真-3）による
現地取り付けチェックを全数実施



写真-2
VFORM 撮影状況



写真-3
木製パネル

【3-3. 効果】

解決策の実施による効果は以下の2点が挙げられる。

効果①：計測時間及びデータ処理時間を 86%短縮

効果②：高精度での計測技術によりアンカー干渉による手戻りや取り付け不能ゼロを達成

【3-4. 更なる改善事項】

改善案：アンカー削孔後に位置計測を実施することで追加配置箇所の選定や追加配置作業及び工程への影響に対し有効的である。

4. まとめ

現場管理する中で ICT を活用することでより効率化や省力化を図ることができた。

紹介した技術は、今回運用した以外の方法での展開が十分可能であり、同種工事以外にも幅広い運用が期待できる。

重機法肩接近警報システム (Hazard Area Warning 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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

急峻な地形を掘削する際の重機転落を防止

1. 事例概要

土工事において、稼働する重機に搭載して指定された法肩危険区域（法肩から一定の範囲）に接近した際に重機オペレーターに警報で知らせるシステム。

【機器・技術のスペック】

GNSS 受信機と Android 端末で構成され、稼働する重機に搭載して指定された危険区域に接近した際に重機オペレーターに警報で知らせるシステムで、重機の「現在高さ」に応じた危険区域をリアルタイムに作成する事が特徴（ブルドーザー簡易 ICT システム機能付き）。



システム要件は以下に示すとおり。

構成機器	仕様	備考
Android スマートフォン	Android 10 以上	
GNSS	NMEA GGA を Bluetooth 通信で出力可能なこと	機種、精度を問わず左記仕様を満たしている機器であれば利用可能
地形データ	Land-XML 形式	地形データより断面データ (危険区域) を作成

2. 採用の効果

① 従来技術との比較

GNSS 受信機と Android 端末で構成され、搭載重機が指定された危険区域に接近した際にオペレーターに警報で知らせるシステムで、重機の「現在高さ」に応じた危険区域をリアルタイムに作成できる。

② 期待される効果

オペレーターに法肩接近を知らせ、重機転落を未然に防止できるだけでなく急峻な地形の場合その作業自体に転落・滑落災害の危険性があり法肩明示作業の省略による作業自体の転落・落災害リスクを回避できる。また工事進捗の都度、法肩明示の盛替えが発生し労務費、材料費などコストが削減できる。更に、地盤（排土板）の cm 精度の現在位置標高がリアルタイムでわかるので、安価な簡易型ブル ICT システムとしての運用も可能。



3. 課題

安価で誰でも扱いやすいシステムとする為、機能を絞ったツールである反面、

- ・音だけでなく「画面が光る」、「パトライトが光る」など視覚的な警告の追加。
- ・地形が変わると新しいデータと入れ替える必要があるので、クラウドを使い遠隔地から新しいデータとの入替えを可能とする。
- ・現場事務所など離れた場所から重機の位置の監視機能の追加。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社 山陽測器 営業部 綿谷彰洋

〒733-0821 広島市西区庚午北 1-20-9

TEL: 082-272-1567 FAX: 082-273-6662

URL: <https://www.sanyou-sokki.co.jp/>

自律飛行ドローンによる切羽自動監視システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

自律飛行ドローンによる切羽観察作業の自動化

1. 事例概要

【はじめに】

昨今の建設業では少子高齢化に伴う技術者不足が問題となっており、生産性向上が求められている。山岳トンネル工事においても同様であり、狭隘な空間内で重機と作業員が輻輳している環境下において、従来の目視による観察や計測の業務は多くの人員や時間を要し、同時に危険を伴うため、その改善技術が期待されている。

本システムは GNSS が利用できない山岳トンネル切羽において、自律飛行ドローンが自動で切羽へ接近・滞空し、3次元点群データや高画質動画により切羽状況をリアルタイムに把握する監視システムである。これにより、切羽観察作業における負担軽減や効率的な情報取得、労働安全生向上に大きく寄与する。


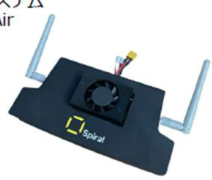
ドローン (自律飛行制御システム搭載)			
項目	詳細	製品イメージ	
飛行方法	<ul style="list-style-type: none"> 屋内空間で壁面の形状に沿いながら、読み取ったマーカーの飛行指令に従って自律飛行を行う。 自動充電装置から離陸し、事前に設定された飛行経路を経由しながら元の位置に戻り (又は指定の位置で) 自動充電装置に着陸する。 飛行中、動画の撮影など必要なデータを取得する。 	ドローン本体  自律飛行制御システム MarkFlex®Air  <small>※写真の機体モデルはLISA ※仕様の詳細は別途取り扱い説明書に記載。</small>	
飛行性能	飛行速度		最速7km/h (小走り程度の速度)
	飛行時間		最長15分間
	飛行距離		速度により変動するが、1度の充電での最長飛行距離は2km程度 (直線の往復距離)
取得情報	<ul style="list-style-type: none"> 4K動画 (着陸後に確認) FHD動画 (リアルタイム) ペイロードにより、センサ等を追加搭載可能 (オプション) 		
フェールセーフ機能	<ul style="list-style-type: none"> 障害物回避機能 (飛行方向の静的な障害物に限る) マーカー読み取り失敗時の安全機能 接続障害時の安全機能 モーター故障時の離陸防止機能 振動障害時の安全機能 		

図-1 ドローンの概要

【自律飛行ドローンの概要】

ドローンの概要を図-1に示す。自律飛行における制御機構は、Spiral社の「MarkFlexAir（マークフレックスエア）」を使用した。本システムは、飛行情報を記憶させた専用マーカをマーカ検出用カメラが読み取ることで自律飛行を可能とするものである。坑内（飛行経路）のマッピングやAIによる飛行制御といった複雑な技術を必要としないため、山岳トンネルのような特徴点が少ない場所においても高速かつ長距離飛行が可能となり、より多くの情報を取得することができる。また飛行中の障害物はLiDARを利用した物体検知システムによって回避し、切羽画像は搭載したカメラ（4K/30fps）によって取得する。ドローンポートはドッキングステーションというメンテナンスフリーの自動充電装置を使用した。待機/充電中は自動的に防塵・防水・冷房搭載のキャノピー（ドローンの格納ボックス）が閉まり、ドローンの状態を保護する。着陸時にはドローンの位置を適正にするポジションパッド、脚を挟み充電するドッキングパッドの二つを組み合わせることで自動位置調整及び自動充電を行う。

【切羽監察作業の流れ】

自律飛行ドローンによる切羽観察の流れを図-2に示す。発破後のズリだし完了後に、ドローンに切羽観察の飛行指令を与えると、坑内の基地点より飛行を開始し、障害物を回避して切羽先端部まで飛行する。ドローンが切羽から設定した距離に達すると、4KカメラとLiDARを使用して自己位置を推定しながら、切羽画像を自動で撮影し、AI搭載型の切羽評価アプリと連携して帳票の出力まで行うものである。

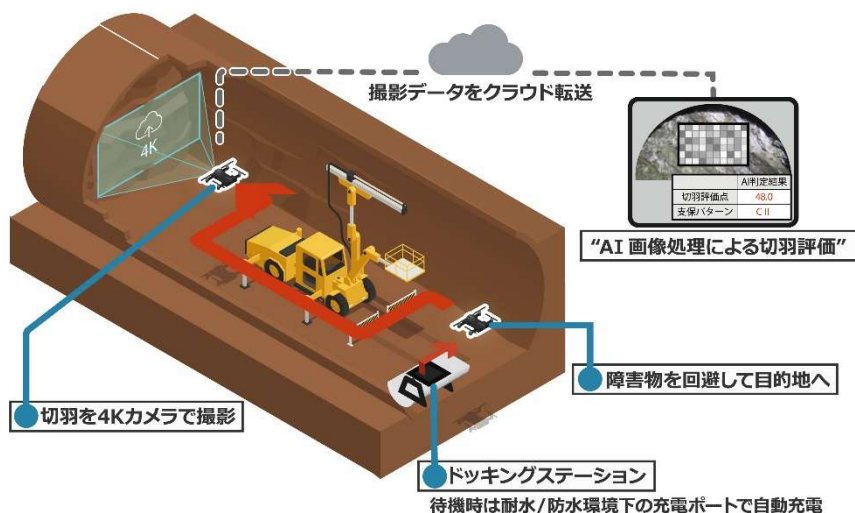


図-2 ドローンによる切羽観察の概要

2. 採用の効果

- ・安全性の向上：作業員が崩落リスクのある切羽直下に立ち入る必要がなくなり、人身災害リスクを大幅に低減
- ・客観性と精度の確保：熟練技術者の経験に頼っていた評価をAIが定量的に行うことで、判断のばらつきを排除し精度を均一化
- ・工程の短縮：切羽写真の撮影～評価・帳票作成に至る一連のサイクルを従来手法の120分から17分へと大幅に短縮（最大86%減^{※1}）

※1：試験現場にて、切羽面から150m離れた地点に充電ポートを設置した際の結果

3. 今後の課題

山岳トンネルにおける自律飛行は、非GNSS環境下での安定した自己位置推定と、掘削直後の粉塵や気流の乱れに耐える飛行制御の確立が最大の技術的障壁である。加えて、取得した映像・写真から地質状況や危険箇所をAIで即時判定するエッジ解析の高速化、および坑内における通信インフラの安定確保が、実運用に向けた不可欠な課題となる。

ヒヤリポ®								
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

ヒヤリハット報告のデジタル化アプリケーション

1. 事例概要

本アプリケーション(以降、『ヒヤリポ』)を各作業員保有のスマートフォンにインストールすることで、各作業員からのヒヤリハット報告作業を簡易化しデータ活用できるようにしました。『ヒヤリポ』の主な特徴は、以下の通りです。

1. 作業員に親しみやすく、且つ操作性を意識したデザイン
2. 報告を4ステップに分割することで任意のタイミング、必要に応じた詳細の報告が可能
3. 他の人の報告事例が閲覧可能
4. 報告に対する元請社員への通知と元請社員からのフィードバック（コミュニケーション）が可能
5. 報告に対するポイント付与機能により報告しやすい風土の醸成をサポート
6. 管理画面における現場報告のリアルタイムな集計・可視化。また建災防が算出した建設業全体の平均値との比較により推奨される安全衛生活動の提示 など



図1 ヒヤリハット報告の例



図2 管理画面のイメージ

【機器・技術のスペック】

項目	動作環境	備考
モバイルアプリ (現場からの報告)	iOS/Android のスマートフォン	サポートする OS のバージョン等については各アプリストアにて確認
Web 管理画面 (報告の可視化、現場登録等)	Google Chrome 推奨	-

2. 採用の効果

従来の紙報告をデジタル化することで、集計作業を効率化し、情報の即時共有を可能にします。蓄積されたデータはAI等で分析し、将来の危険予知に役立てるなど、データ駆動型の安全管理に活用できます。また、報告へのポイント付与により、作業員の自発的な安全行動を促進、現場全体の安全意識をボトムアップで高めることが期待できます。

3. 課題

現状、ヒヤリポにはポイント還元(交換)の仕組みが直接実装されておらず、現場内でのヒヤリポの普及に向けた動機付けを個社ごとの運用施策に依存している点が課題です。そのため、導入企業が独自に表彰制度などの還元策を検討する必要があり、現場への定着には各社の創意工夫が不可欠となります。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のトライアルに関する問合せ先】

ヒヤリポサポート担当

E-mail : hiyarepo_support_m@todoa.co.jp

スマートバッチャープラント®

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

練上がり温度を自動制御する吹付けコンクリート製造設備

1. 事例概要

吹付けコンクリートは山岳トンネル工事における主要な支保部材であり、施工直後から高い強度発現が求められます。この強度発現はコンクリート温度に大きく影響されます。スマートバッチャープラントは、温水と蒸気によるコンクリート材料の加温機能と連続温度計測機能により、コンクリートの練上がり温度を熱容量計算に基づいて自動制御することができます。一定温度のコンクリートを供給することで品質変動を抑制し、安定した品質での施工を実現しています。

【機器・技術のスペック】

本技術システム概要 (図 1) とその特徴を以下に挙げます。

① コンクリート材料の加温・冷却機能

コンクリート材料のうち、水、細骨材(砂)、粗骨材(碎石)を加温・冷却する機能があります。温水ボイラと大容量保温タンクにより、安定して温水を供給し、細骨材と粗骨材は、計量器へと運ぶベルトコンベア上で蒸気噴霧にすることで、使う直前に必要な量だけ加温できます。また、ミキサ投入前に骨材の表面水率を自動測定し、蒸気噴霧により増加する水分量を練混ぜにフィードバックできます。

② 練混ぜ前後の正確な温度計測機能

練混ぜ前に原水(冷水)、温水、細骨材、粗骨材、セメントの各温度を、練混ぜ後にミキサ内のコンクリート温度(練上がり温度)を自動計測します。ミキサ上部に取り付けたシャッタ付きデジタル放射温度センサによる、非接触測定です。

③ 目標練上り温度に合わせて原水と温水の割合を自動調整する制御機

練混ぜ前に計測したコンクリート材料の各温度から、目標練上り温度に必要な熱容量を逐次計算し、原水と温水の割合を自動調整します。計測した練上がり温度と目標練上がり温度の差を次のサイクルの目標練上り温度にフィードバックすることにより、複数のバッチが投入されるアジテータ車内のコンクリート温度を目標練上り温度に近づけることができます。

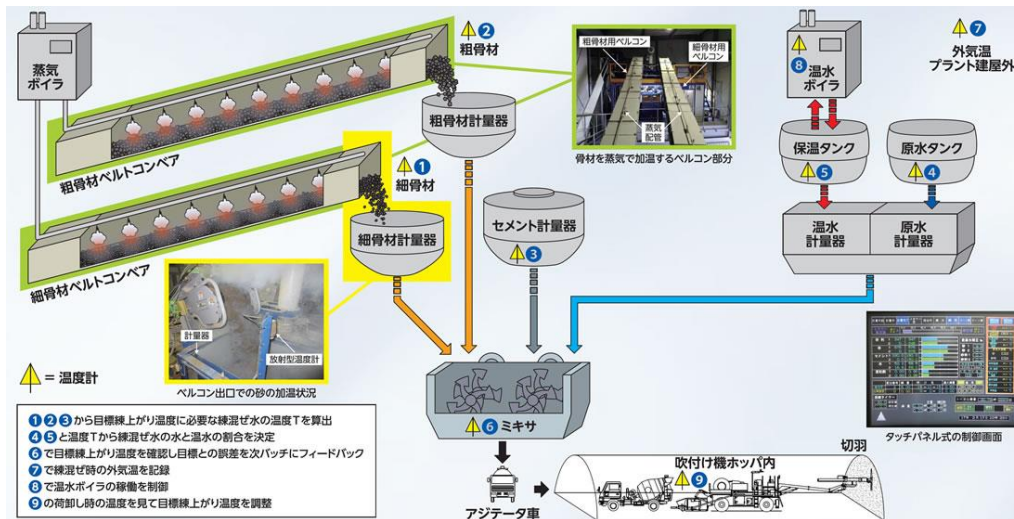


図1 スマートバッチャープラントのシステムの概要

2. 採用の効果

寒冷地における冬期の練上がり温度の自動制御機能の性能評価を目的として、「宮古盛岡横断道路 岩井地区トンネル工事（国土交通省東北地方整備局）」において現場検証を実施しました。2017年1月における外気温と練上がり温度の実績値を図2に示します。図中の丸印は、出荷されるコンクリートの平均温度（生コン車一台の平均温度）を示し、四角印がバッチ毎の練上がり温度を示しています。実線で示す外気温は、現場近くの気象庁地上観測所（アメダス、区界）の観測データです。

今回の現場検証では、練上がり後から吹付け作業までの練置き時間での温度低下を5℃程度考慮して、目標練上がり温度を25℃に設定しました。図2より、出荷されるコンクリートの温度は、目標とした25±3℃の範囲に収まっていることが分かります。また、コンクリート温度の変動傾向は、外気温の変動とは関連性がないことから、外気温が氷点下20℃の冬期においても、外気温の変動によらず、安定した練上がり温度でコンクリートを製造していたことを確認しました。

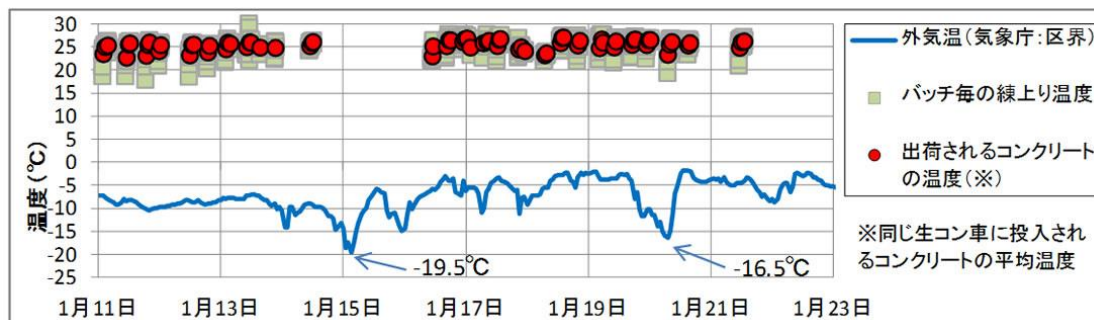


図2 コンクリート練上がり温度と外気温の経時変化

3. 課題

今後、ボタン一つで必要数量のコンクリートを製造するシステムに進化させる取り組みを進めていく予定です。また、近年の夏季の酷暑に対応するため、夏期の外気温やコンクリート温度上昇時にも対応できる材料冷却設備のシステム構築（現場検証済み）を実装し、その有効性を確認していく予定です。

【本技術の採用に関する問合せ先】

株式会社原商 岐阜工場 遠藤信広
 TEL : 0573-62-0082
 E-mail : n-endou@harasho.co.jp
<http://harasho-smartbp.com/>

飛鳥建設株式会社土木本部土木技術部 熊谷幸樹
 TEL : 03-6455-8327
 E-mail : koki_kumagai@tobishima.co.jp
<https://www.tobishima.co.jp/>

腐食測定機 Dr. CORR (ドクター・コロ)

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 (見える化)							
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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

コンクリート中の鉄筋の腐食状態を非破壊で測定

1. 事例概要

一般的に、鉄筋コンクリート構造物中の鉄筋の状態を把握するためには、コンクリートをはつり出して鉄筋と機器を導通し腐食状態を確認する方法や、構造物からコンクリートを採取して中性化速度や塩化物量を測定して鉄筋の腐食状態を推定する方法がある。また、非破壊で測定する方法もあるが、測定中、機器 (プローブ) を手で保持し続ける必要があり、大きな苦渋作業となっている。

そこで、電気化学理論と解析によって裏付けられた測定原理に基づいた腐食測定機 Dr. CORR を開発し、これまでに試験体および実構造物での実証を実施し、完全非破壊による鉄筋の健全度を評価できるようにした。また、プローブの軽量化と、特殊ゲル (粘着導電性ゲル) 使用によるハンズフリーでの測定を可能とし、プローブの保持という苦渋作業も解消した。

【機器・技術のスペック】

腐食測定機を写真 1 に、測定のイメージを図 1 に示す。青・黒プローブを設置した直下の鉄筋が測定対象となる。その他のプローブは、測定箇所鉄筋と導通している鉄筋直上に設置し、各プローブ間は直線距離で 1300mm 離れるように配置する。専用のソフトウェアによってインピーダンススペクトルを取得することで、腐食速度に応じた健全度の判定が可能である。腐食速度を算出するためには、かぶり、鉄筋径、鉄筋間隔を入力する必要があるが、測定時にはこれらの数値の入力は必ずしも必要ではなく、後日解析することも可能である。

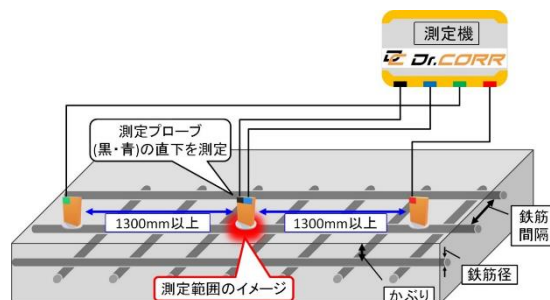


写真 1 腐食測定機 Dr. CORR 本体及びプローブ

図 1 Dr. CORR による鉄筋の腐食測定のイメージ

2. 採用の効果

実構造物での測定結果の図面および測定箇所の鉄筋状態を図2に示す。測定結果の画面に表示される判定レベルは5段階中のレベル4の判定となった。はつり出した鉄筋の状態は、腐食により鉄筋が一部断面欠損しており、判定結果と合致する状態である。なお、判定レベルの初期設定はCEB（ヨーロッパコンクリート委員会）基準となっているが、任意の設定も可能である。また、測定中に高架橋を電車が通過し、測定箇所が振動する状況も発生したが、粘着導電性ゲルの効果により、測定中にプローブが落ちることはなかった。

本技術は、コンクリート構造物の劣化の主要因である鉄筋腐食を、完全非破壊で定量的に把握することができる。測定結果に基づき、複数の構造物を管理する場合の優先順位や、長期的な予算の平準化が可能になるなど妥当性の高いLCCの算定および維持管理計画の立案が可能となる。加えて、はつり出しが必要であった従来方法に比べて、完全非破壊かつハンズフリーで測定が可能となるため、はつり作業に伴う粉じんや汚水などの発生が無く、例えば、上向きでプローブを保持し続けるという苦渋作業からも作業員は解放されることになる。結果として、作業の生産性向上および作業者の労働安全性を飛躍的に高めることにも貢献することができる技術である。



図2 測定結果の画面と測定箇所の鉄筋状態

3. 課題

- ・測定精度を確保するために、1か所の測定に10分程度を要する。
- ・消耗品であるプローブの健全性評価について、その交換時期を簡易に判定できる方法を検討中である。
- ・インピーダンススペクトルに等価回路を設定してフィッティングすることで、分極抵抗を推定しているが、現状の仕様ではフィッティングの難しい結果が得られることがある。現在は、個別ごとに結果を確認しているが、自動で評価できるように、等価回路およびフィッティングパラメータの見直しを実施している。

【本技術の採用に関する問合せ先】

エフティーエス株式会社 特機営業部 藤原

TEL : 03-6206-2220

E-mail : fuji@fts-ltd.jp

https://www.fts-web.jp/product/?id=1689747301-479238&bak_flg=1

飛鳥建設株式会社 技術研究所研究開発G第三研究室 金子

TEL : 04-7198-1101

E-mail : Yasuaki_Kaneko@tobishima.co.jp

https://www.tobishima.co.jp/solution/civil_check/check_drcorr.html

現場の頭脳「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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

建設現場の仕事は e-Stand から始まる

1. 事例概要

「e-Stand」は、日常業務に必要なサービス・ソフトウェアの必要な情報を一覧表示できるサービス (図 1) です。「e-Sense シリーズ」から得られる情報に加え、建設現場で利用される様々な他社サービス (施工管理や入退場者管理など) を繋ぎ、建設現場で働いている全員が簡単に活用できる世界を目指します。ユーザ単位に表示内容、レイアウトを自由にカスタマイズすることが可能で、自身が確認したい情報をリアルタイムに把握することができます。業務で利用中のサービス・ソフトウェアのアイコンを配置し、シングルサインオンで利用可能で、さらに、お客様が現在ご利用中のサービス・ソフトウェアと連携 (API 連携などの対応可能な場合) し表示することも可能です。

e-Stand が持つ大きな機能は以下の 3 つです。

① 【リアルタイムな情報表示機能】

現場設置のカメラ映像や騒音・振動センサー、温湿度・風力・雨量・WBGT 等の気象センサーの情報、地震、台風、土砂災害、津波などの災害警報や注意報まで、リアルタイムに情報を把握可能です。また、設定によりアラート通知も可能です (図 1)。

② 【作業所マップ】

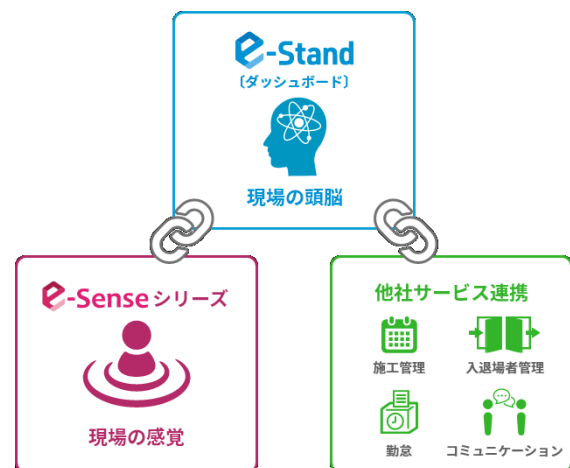


図 1 e-Stand のイメージ

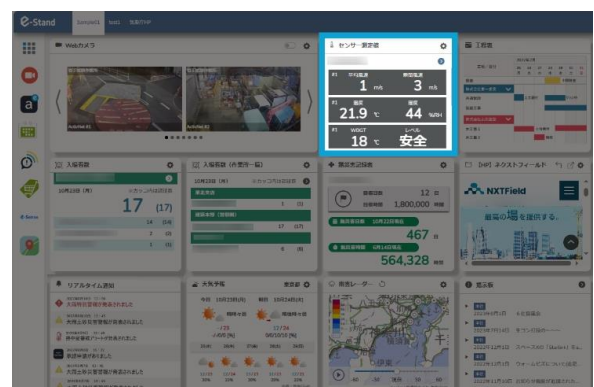


図 1 各種情報の一覧表示事例

現場位置情報を事前登録することで、全国の建設現場を一元モニタリングすることができます。現場住所情報とカメラ、その位置で発生している気象や地震、津波警報等の情報も併せて表示できることから被害被災予測、遠隔からカメラ映像を確認し実際の被災状況を確認することが可能です（図2）。

③【安否確認システム】

災害時には自動で従業員へ安否確認を配信します。作業所マップと連携しており、被災地に近い作業所の従業員の安否をスピーディに確認できます。また、現場のカメラも連携が可能となっており、遠隔による被災状況の確認、施主様への被災状況の報告など迅速な対応が可能です。

【機器・技術のスペック】

「e-Stand」に表示できる主な情報を以下に示します。

- ①WEBカメラ：現場設置のWEBカメラ映像(異なるメーカーの画像を自動更新)を一覧表示（図2, 図3）
- ②センサー測定値：風速、温湿度、WBGT、騒音振動等の測定値をリアルタイム表示と、過去データも含めたグラフ表示やCSV出力も可能（図3）
- ③入場者数：入退場管理システムとの連携により人数や協力会社名を自動表示。『顔認証アプリ』との併用で入退場記録作業も効率化（図3）
- ④無災害記録表：無災害日数及び無災害時間を表示、入場者数管理データと連携して自動算出も可能
- ⑤サイトビューア：日常チェックしているWEBサイトを自動表示
- ⑥リアルタイム通知：現場付近の地震や気象警報（大雨、暴風、暴風雪等）をリアルタイム通知

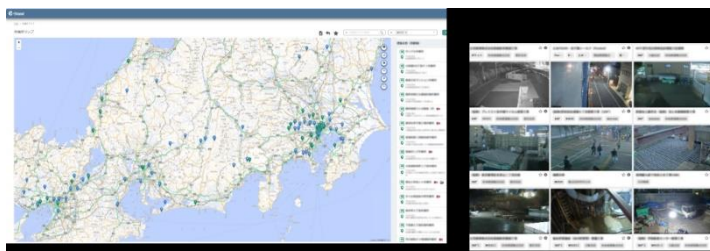


図2 作業所マップと現場WEBカメラの表示



図3 センサー測定値の表示例

2. 採用の効果

①複数アプリの一元管理

工種や所属部門によって異なるWEB情報や施工管理アプリなどの業務ツールをe-Standの1ブラウザで一元的に表示できるため、複数のアプリケーションを切り替える時間を省略でき、業務効率化に直結します。

②複数拠点の情報連携

本支店-各現場、発注者-各受注者といった複数拠点の様々な工事情報を遠隔管理できるため、企業や事業全体の省人化や災害時などのBCP対応が可能となります。

3. 課題

e-Standで提供しているサービスやセンサーについてAPI連携対応可能な場合はe-Standと容易に連携可能ですが、それ以外の場合、追加の開発が必要になることもあります。

【本技術の採用に関する問合せ先】

株式会社ネクストフィールド DX推進部：濱西 TEL：03-6434-1502

E-mail：masayuki_hamanishi@nxtfield.co.jp

<https://nxtfield.co.jp/service/dx/e-stand/>

現場のクラウド可視化を実現する「e-Sence」デバイス製品群

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

スマートなフィールド（現場）を実現

1. 事例概要

「e-Sence」は、現場の安全、効率化かつクラウド化しかを目的とした管理業務に必要なデバイス・製品群です。現場で活用できる、固定カメラ、ウェアラブルカメラ、センサー等を多数用意しており、カメラ映像、気象、騒音・振動センサーのデータがリアルタイムで「e-Stand」で閲覧可能です。

【機器・技術のスペック】

現場に設置のカメラ映像について、パソコンやスマートフォンでいつでもどこでも、インターネット経由で映像が見られる手軽なカメラです。建設現場向けの防塵防水カメラで、固定（100度/360度）・ウェアラブルタイプ等利用シーンに応じてご活用いただけます。

- ・ e-Sence カメラ (写真 1) : 画素数 200 万画素(静止画)、水平画角 100 度と 360 度(PTZ)の固定カメラ。クラウド上に 7~30 日間保存可能。
- ・ e-Sence ポケット (写真 2) : どこでも持ち運び可能な LTE 対応のポウェアラブルカメラ。胸ポケットやヘルメットなどに装着でき、遠隔臨場用として手振れ補正オプションも提供可能。
- ・ e-Sence カメラナンバー読取 AI (写真 3) : 両ナンバーの自動読取りカメラ。読取りナンバー情報をクラウド上に記録。時速 30km/h まで読取り可能。



写真 1 e-Sence カメラ



写真 2 e-Sence ポケット



写真 3 e-Sence カメラナンバー読取 AI

・ e-Sence IoT(ウェザー) (写真4) : 風力、温湿度、WBGT、雨量などの計測データをクラウドに保存。事務所や遠隔でモニタリング可能。

・ e-Sence IoT(騒音振動) (写真5) : 騒音振動の計測データをクラウドに保存。事務所や遠隔でモニタリング可能。サイネージ連携で近隣への情報発信にも対応。



写真4 e-Sence IoT(ウェザー)



写真5 e-Sence IoT(騒音振動)

2. 採用の効果

①現場情報の遠隔管理

e-Sence カメラや e-Sence IoT(ウェザー)を現場各所に適切に配置することで(写真6)、工事の進捗管理や夜間、休暇中における警報発令時や中震後の現場点検、工事出入口における防犯対策などの業務が現地に行かなくても把握できるため、現場職員の業務効率化に直結します。また、電力線通信やPoE 給電などと組み合わせることで、トンネルの切羽や大深度地下空間における映像も監視可能となることから、入坑前の情報を把握でき、安全性向上に繋がります。

②管理部門との情報連携

全ての e-Sence デバイスが e-Stand と連携でき、現場の気象情報やカメラ映像が e-Stand の作業所マップより一元的に閲覧可能です(図1)。そのため、e-Sence シリーズを工事着手時から計画的に配置することで、本支店における工事現場の中央集中管理が実現できます。

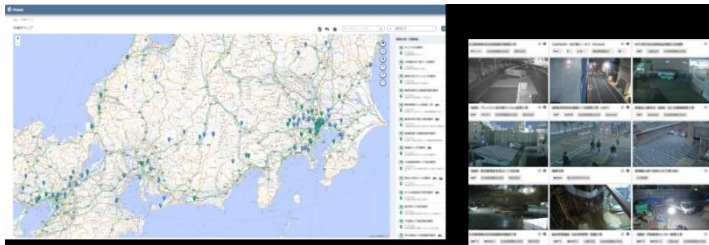


図1 作業所マップと現場 WEB カメラの表示

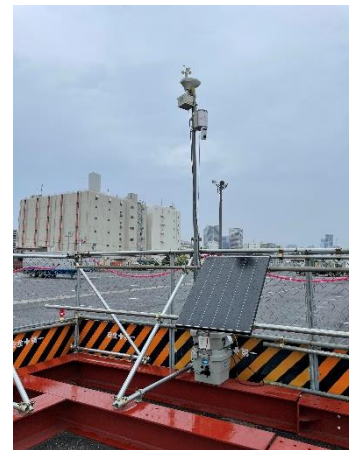


写真6 e-Sence カメラ・IoT 設置

3. 課題

カメラおよびセンサーデバイスの多くはLTEあるいは有線による通信であるため、Wi-Fi や衛星通信で使用できる環境整備の構築が今後の課題となります。また、利用者ニーズに合わせて e-Stand と連携できる各計測センサー(可燃性ガス、潮位など)を増やしていく予定です。

【本技術の採用に関する問合せ先】

ネクストフィールド DX 推進部 濱西

TEL : 03-6434-1502

E-mail : masayuki_hamanishi@nxtfield.co.jp

<https://nxtfield.co.jp/service/dx/e-stand/#e-sense>

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

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。



図-1 本システムの概要図

【機器・技術のスペック】

センサボックスは外寸 10×10×4 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、設置を誰でも簡単にできる（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）である。省電力広域無線通信 LPWA の Sigfox 通信によるデータ伝送のため、内蔵電池で約 2 年間（1 時間/回通信時。）稼働が可能である。

OKIPPA は、国土交通省、NEXCO、電力、鉄道等の斜面や法面の監視で導入され、累計台数 1,400 台を超える。



写真-1 センサボックス設置状況

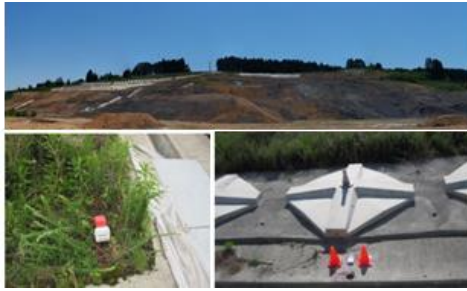


図-2 法面へのOKIPPA設置例

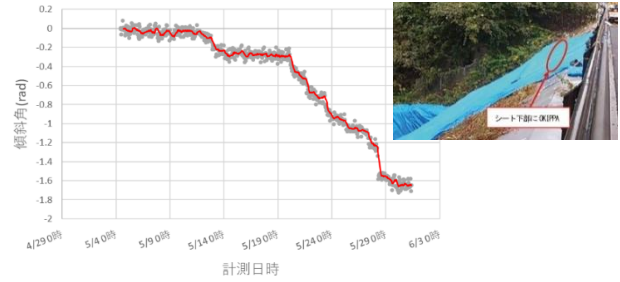


図-3 道路法面の傾斜角計測事例

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。

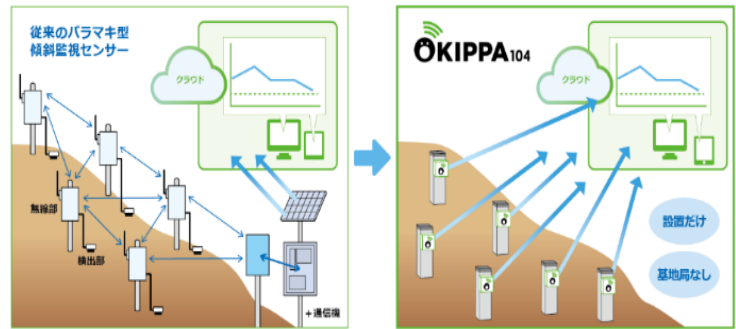


図-4 本システムの設備概念図

任意に設定可能な閾値を超過した場合、標準機能としてメール通知機能を有しており、さらに付加機能として、現場設置可能なパトライト連携や自立電源式のアラート連携 WEB カメラの導入も可能である。

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

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。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

(株)アクティオ エンジニアリング事業部 通信計測部

TEL : 03-6666-2329

E-mail : eg-tsushin-eigyo-f@akt-g.jp (東京 DL センター フロント共通)

OKIPPA 紹介 HP : <https://www.nishimatsu.co.jp/solution/okippa104/>

【参考】採用効果

コスト縮減	設備導入費、作業費（設置・維持・撤去）、現場巡視点検費
安全性向上	現場立入り頻度縮減、遠隔による変状監視
労働時間短縮	日当たり作業量、作業時間、省人化

A. E. s. SLiC (イースリック)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

AI による覆エコンクリート表層品質判定

1. 事例概要

トンネル覆エコンクリートの表層品質自動評価システム(A. E. s. SLiC : イースリック)は、AI (人工知能)で覆エコンクリート表面の撮影画像から表層品質を自動で判別し、担当者の熟練度に左右されない安定した評価と、改善が必要な箇所の発見および改善策の早期策定に役立てることを目的とした技術である。

【機器・技術のスペック】

本システムは、タブレット又は携帯電話、クラウドサーバー、PC 端末で構成されている。AI システムはクラウド内にあり、タブレットや携帯電話のカメラで撮影した覆エコンクリート表面の画像を入力すると、AI がコンクリートの表層品質を自動で評価し、その結果を出力できる (写真 1, 図 1)。



写真 1 自動雲台を用いて自動撮影

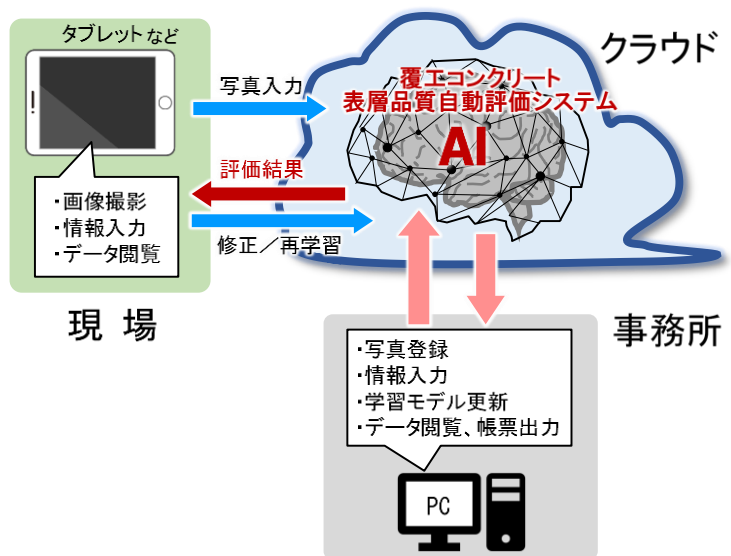


図 1 システム構成

本技術は、西松建設(株)と(株)sMedioの共同開発技術である

2. 採用の効果

本システムでの評価項目は、国交省の表層目視評価シートに則った項目（表面気泡、色むら、砂すじ等）であり、東北地方整備局 2023 年度版シートにも対応し、項目ごとに優劣が点数づけされる。評価結果は目視調査評価表の形式で出力し、改善が必要な点数の低い部位を覆工コンクリートの展開図上に図示できる（図 2、図 3）。また評価点の推移を時系列でグラフや表にして出力できるため、施工方法の見直しによる品質の改善効果を知るツールとしても使える。

- タブレットや携帯に搭載した専用アプリで簡単撮影
- 覆工コンクリート表層品質のグレードを AI が自動評価して可視化
- 評価作業の平準化・効率化による施工支援

VIS（ビス）処理を行って撮影画像を鮮鋭化し、画像の特徴点（凹凸、線構造、エッジ、キメ、粗さ等）を強調することで、より細かい特徴点の判読性を向上させる機能を付与できる（写真 2）。これにより、トンネル坑内のような低照度の環境下で撮影された画像の評価精度を向上させることが期待できる。

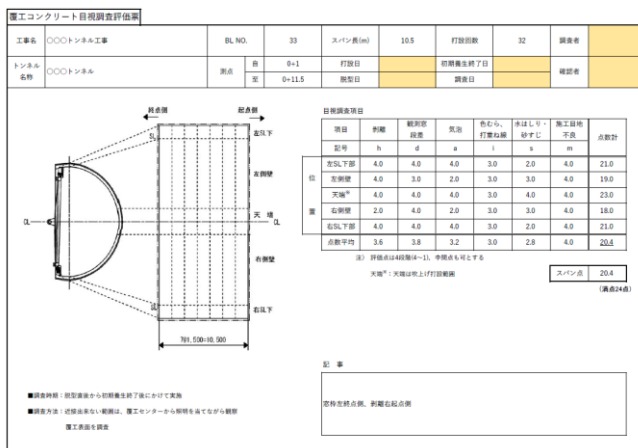


図 2 覆工コンクリート目視調査評価票の出力例（国交省表層目視評価シート）

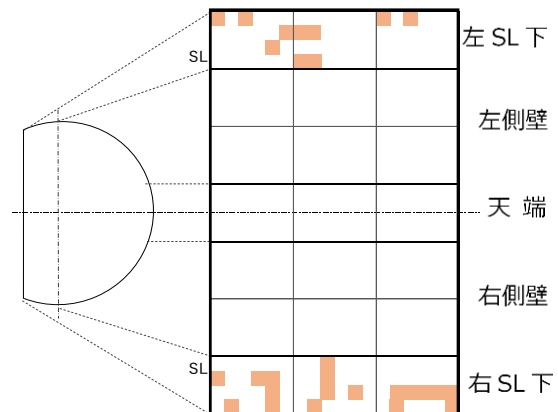


図 3 AI 評価結果の図示例（表面気泡の出現箇所）

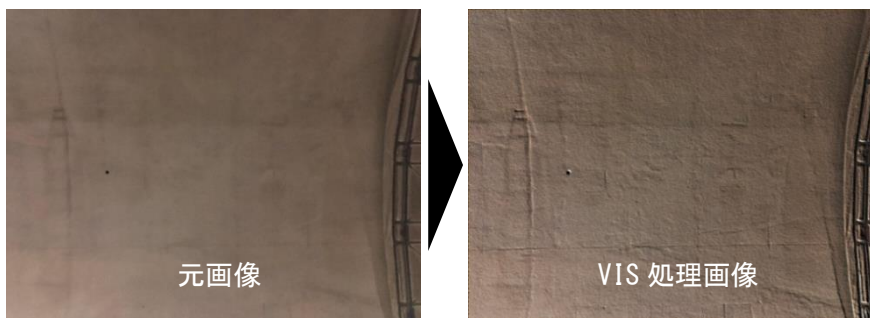


写真 2 VIS を用いた画像処理例

※ VIS (Visual illusion based-Image feature enhancement System : 錯視誘発画像特徴強調システム) は小島教授 (東京理科大) が開発した処理コードである

3. 課題

トンネル坑内での撮影条件により、画像が暗かったり不鮮明な場合には AI による評価が困難となり、適切な結果を得られない場合がある。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

(株)sMedio プラットフォーム事業本部 クラウドサービス事業開発部 園田

TEL : 03-6262-8660

E-mail : k.sonoda@smedio.co.jp

<https://www.smedio.co.jp>

水中ポンプ稼働監視システム「N²ewt」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

IoT による無人監視で水没事故を未然に防ぐ

1. 事例概要

山岳トンネル掘削時に切羽で発生する湧水は、水中ポンプと排水管により坑外まで排水され、濁水処理設備にて処理、放水されている。長距離トンネルにおける斜坑の交点部や下り勾配の切羽において、ひとたび水中ポンプが停止すると、トンネル坑内の重機や設備の水没、坑内路盤を痛めるなど重大な損害が発生する。そのため、トンネル現場においては現場が長期間休工する週末や、大型連休中においても水中ポンプの稼働を確認するための人員を配置している。しかし、将来的な建設労働人口の減少や働き方改革にともない、休日に人員を配置することが難しくなる中で、水中ポンプの稼働監視の無人化が課題であった。課題解決のため、電力センサーとクラウドを組み合わせることで水中ポンプがなんらかの原因により停止した場合に、関係者に警報メールがプッシュ方式で送信される「水中ポンプ稼働監視システム」を開発した。本システムにより、長期間休工する週末や大型連休中において、水中ポンプの稼働を確認し、水中ポンプの停止をいち早く知ることによって、トンネル坑内を巡回する人員を配置する必要がなくなる。本システムは北海道新幹線、磐石トンネル（北）他工事において1年以上にわたり水中ポンプの稼働監視を続けており、停電やポンプの故障に対して迅速な対応を行っている。



図1 システム構成図



写真1 電力センサー

【機器・技術のスペック】

システムは、電流の流れる電線から自ら発電してデータを送信可能な電力センサー、ゲートウェイおよび専用クラウドで構成されている。電力センサーはクランプ部と送信部で構成されている（写真1）。分電盤等に接続されている水中ポンプの電線をクランプ部で挟み込むことで、電線に流れる電流の大きさに応じた電流が発生し、送信部に送電する（写真2）。送信部には2.4GHz帯の無線モジュールが内蔵されており、クランプ部から供給される電流を使用して計測した電流値データをゲートウェイに送信する。ゲートウェイは電力センサーから送られてくる電流値データをクラウドにアップロードするための機器である（写真3）。このクラウドはどこからでもアクセス可能であり、電流値データがあらかじめ設定した閾値を超えた場合やデータの送信が途絶えた場合に、特定の関係者に向けてプッシュ方式による警報メールを送信する。



写真2 電力センサー設置状況



写真3 ゲートウェイ

2. 採用の効果

(1) 水没事故の防止

水中ポンプの電線に流れる電流を常時監視することで、水中ポンプ停止時に速やかに警報メールがプッシュ方式で関係者に送信されるため、迅速に対応することで水没事故を未然に防ぐことができる。

(2) 設置が簡単

ゲートウェイを現場内のインターネット回線もしくはLTE回線などに接続し、電力センサーを分電盤内の電線を挟みこむように後から設置するだけで、すぐに監視が開始できる。電力センサーは電線に流れる電流の漏れ磁束により自己発電するため電池は内蔵されておらず、電線に電流が流れる限り継続的に監視が可能である。

(3) 点検時間の削減

水中ポンプや設備の稼働状況をいつでも、どこからでもクラウドにアクセスすることで確認することができるため、現場に直接行くことなく点検が可能となり、点検時間が削減される。

3. 課題

電力センサーとゲートウェイの通信距離が最大で30mであり、障害物や重機が介在するとさらに短くなる。通信データ容量は小さいため、今後遠距離通信が可能となるLPWA (Low Power Wide Area) を採用するなど、通信距離の確保に取り組んでいく。

【本技術に関する問合せ先】

西松建設株式会社 技術研究所 土木技術グループ

山本 悟

TEL : 090-7083-3646

E-mail : satoru_yamamoto@nishimatsu.co.jp

シールド自動解析診断システム (NS-BRAINS)

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

データを効率的に集約・俯瞰して施工リスクの分析

1. 事例概要

シールド工事では掘削機の掘進管理が日常の重要事項である。掘進管理で対象とする管理データは多種多様で日々大量に発生する。このビッグデータを効率的に集約・俯瞰できて、日常的な施工リスクの分析につなげることが、現場担当者と技術支援部門の双方で課題となっていた。本技術 (NS-BRAINS) はこれに応える DX 環境の提供を目標として開発したものである。

(1) NS-BRAINS の概要 (図 1)

NS-BRAINS は Windows ソフトウェアであり、現場の中央監視室などに置いた専用パソコンで掘進管理システムと連携して動作する。パソコンのスペックはオフィス用途の汎用クラスから適用可能で、合わせて、ローカルにインストールするタイプの Microsoft Excel PC ソフトとインターネット接続環境が必須である。ソフトウェアは、掘進管理データ等のデータ収集、リアルタイム評価、オフライン評価などの三つの基礎モジュールを実行し、これらの上位で、分析モジュール、ダッシュボードモジュールなどを必要に応じて実行する構成となっている。

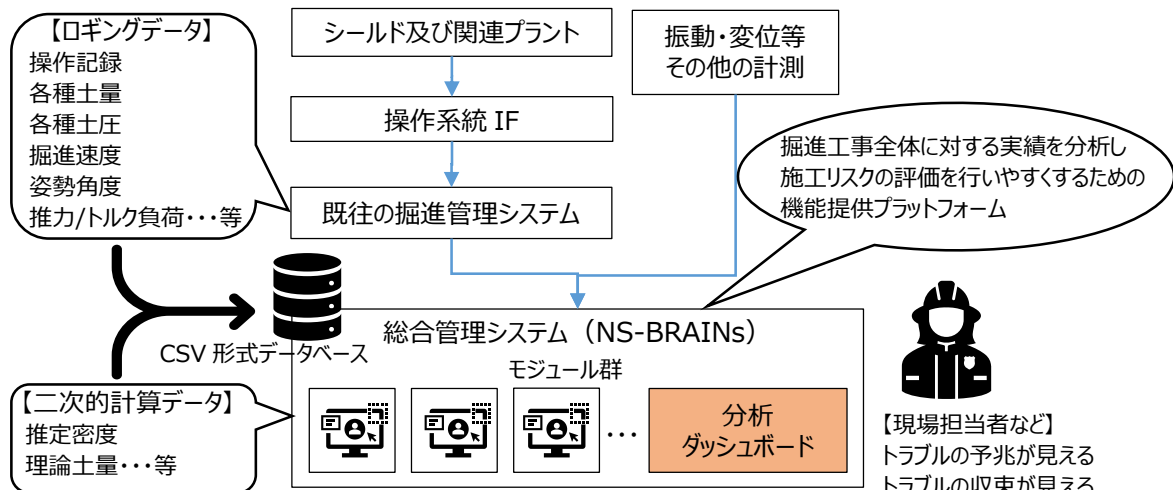


図 1 NS-BRAINS の基本構成

・西松建設ホームページ「シールド自動解析診断システム (NS-BRAINS)」:

<https://www.nishimatsu.co.jp/solution/engineering/00037.html>

(2) 分析モジュール

分析モジュールとして、セグメント割付けによる線形修正のシミュレータ、支障物衝突検知、チャンパー内土砂の塑性流動性評価などを開発している。

(3) ダッシュボード

NS-BRAINS が取得・加工した指標は、時系列グラフやドーナツグラフを通じてダッシュボードにリアルタイム表示される。ダッシュボードには図 2 のような総合監視のほか、テールクリアランス監視、余掘り監視などの目的別に提供される (図 3、図 4)。

(4) データベース

NS-BRAINS は、連携する掘進管理システムからロギングデータの全量を受取り、可搬性の良い CSV 形式として指定場所に蓄積する (図 1)。蓄積したデータは、過去の掘進を再現するリプレイ表示、管理アイデアを具現化した新たな分析モジュールの開発、環境・操作とその結果が対となる教師データセット (機械学習目的) の提供など、データが基礎となる必要なデータベースとして機能する。

2. 採用の効果

NS-BRAINS を採用することで、現場担当者と技術支援部門の双方に、分析モジュールやダッシュボードが提供されて、各々にとって施工リスクの判断が容易となる効果が得られる。また、NS-BRAINS がデータ統合プラットフォームであることから、様々な現場の要望に対応したカスタマイズが容易である。

事例を挙げると、地中支障物への衝突検知を目的とするマシン振動の特性分析モジュール、硬質地山のビット摩耗監視を目的とする単位掘削体積当たり投入エネルギーを示すダッシュボードなどを、個々の現場向けにカスタマイズして提供している。

3. 課題

現状の NS-BRAINS が提供する分析モジュールやダッシュボードは、経験者の形式知を基本として開発しなければならない。それゆえに、経験者の不足が予想される今後においては、NS-BRAINS に適用できる形式知の継承が課題となる。加えて、経験者で暗黙知としているノウハウも、NS-BRAINS のデータ統合プラットフォームを用いてデータで説明できるようにし、形式知化していくことが必要である。

4. 他社への提供が可能な技術

NS-BRAINS は、大裕株式会社 (大阪府) を通じて他社への提供が可能である。

【本技術の導入に関する問合せ先】

大裕株式会社 取締役 辻 宗克 〒572-0077 大阪府寝屋川市点野 4 丁目 1 1 番 7 号
TEL (072) 829-8101 代表 FAX (072) 829-8121 E-mail: m.tsuji@taiyu-corp.com

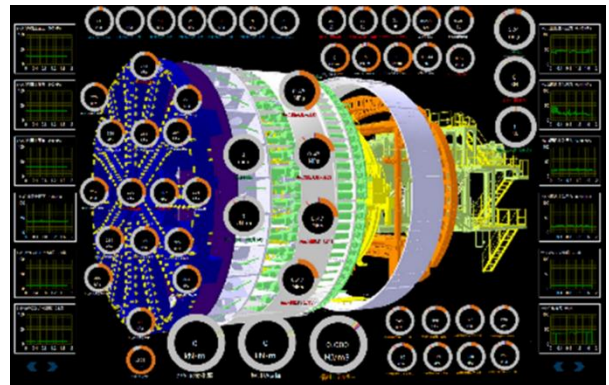


図 2 NS-BRAINS ダッシュボード 総合監視

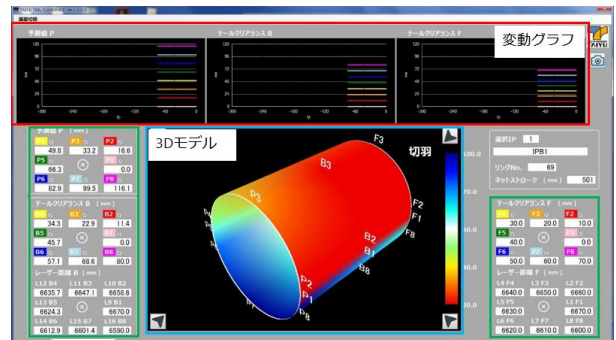


図 3 同 テールクリアランス監視

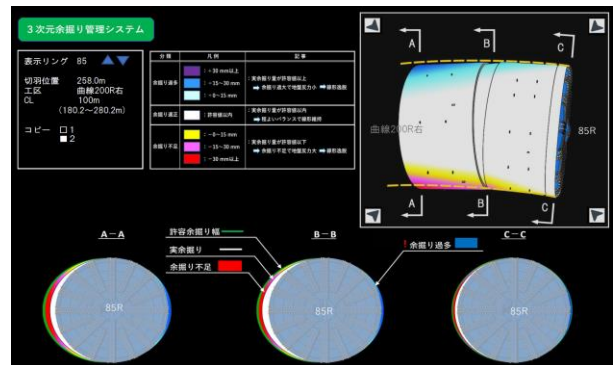


図 4 同 余掘り監視

山岳トンネルデジタルツインプラットフォーム

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（デジタルツイン）							
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）						
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

デジタルツインによるトンネル施工の省人化 ～バーチャル空間からトンネルを掘る～

1. 事例概要

本デジタルツインシステムの活用により、遠隔地からも現場状況の俯瞰的把握が可能となり、現場技術者の移動負担を 30%軽減し、複数現場の一括遠隔監視・管理による現場管理の多様化、省人化に対応できます。

重機稼働状況、現場空間の仮想空間上への再現により現場にいなくても視覚的かつ直感的に現場状況を把握できるとともに、任意の視点設定機能(自由視点、運転席視点、切羽側視点など)を活用することで、通常ではカメラを設置できない視点からも現場を確認できます。また、各種データ(環境データ、設備稼働状況、作業員のバイタル情報等)をダッシュボード機能により統合して表示し、施工管理上で必要な数値等を一元的に確認可能にします。現場取得データは生成 AI による総合的な監視・分析により異常を検知した場合に警報を発することで現場技術者の迅速な判断を支援します。これらの機能を包括的に活用し、トンネル施工管理の 30%の省人化が確認できました。

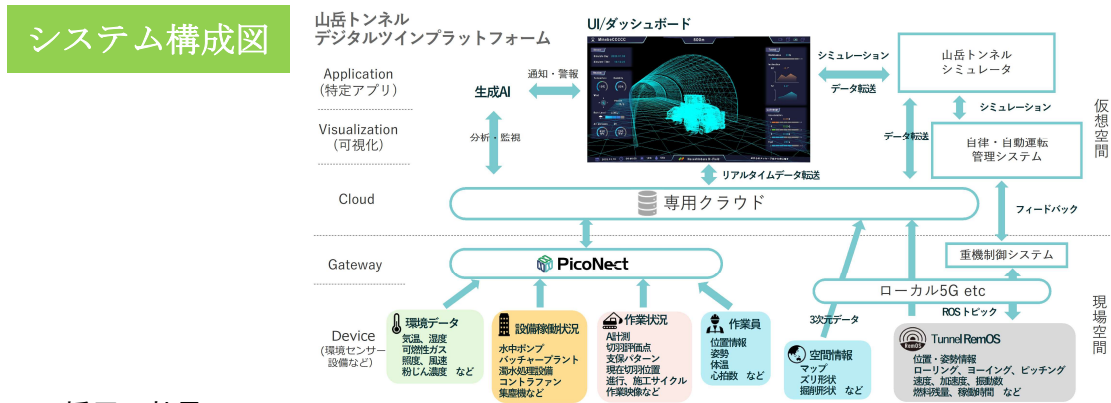
※令和 7 年度 インフラ DX 大賞 i-Construction・インフラ DX 推進コンソーシアム会員の取組部門 優秀賞受賞 「デジタルツインによるトンネル施工の省人化」



デジタルツイン表示画面例

【機器・技術のスペック】 ※記載すべき内容があれば（図、表でも可）

最先端のデジタルツイン技術を山岳トンネル工事という過酷な環境下で適用した革新的システムです。山岳トンネルデジタルツインプラットフォームは、ゲームエンジンを活用した**重機稼働状況・現場空間の仮想空間上への再現**と各種データ（環境データ、設備稼働状況、作業員のバイタル情報など）の**ダッシュボード機能を統合して一元化して表示**します。重機の位置・姿勢・走行速度などの ROS データをゲームエンジンを使用して変換処理することで、**情報の取得から仮想空間上での再現までを約 1 秒で実施**し、現場状況をリアルタイム 3D グラフィックスとして再現できます。また、生成 AI による各種データの監視・分析を行い、現場技術者の迅速な判断を支援します。



2. 採用の効果

トンネル工事現場における建設機械の位置情報や稼働状況、環境情報や資材在庫を一元的に可視化し、遠隔地からの確認も可能とすることで、作業の効率化、生産性向上によりトンネル施工を省人化する取組を実施しています。

山岳トンネルデジタルツインプラットフォームの活用により、遠隔地からも現場状況の俯瞰的把握が可能となり、遠隔監視・管理による現場技術者の移動負担を**30%軽減**や複数現場の一括管理など i-Construction2.0 で推進する**施工管理のオートメーション化(リモート化)**に資するとともに、複数現場を一括管理する体制を構築することで**現場管理の多様化、省人化に対応**できます。

IoT ゲートウェイを介して収集した管理データは統合して任意形式のダッシュボードとしてデジタルツイン上に表示でき、施工管理に必要な情報をリアルタイムに一元化して確認できるようにすることで、**現場課題の抽出、早期発見**を可能とします。また、生成 AI により取得データの総合的な分析・監視を行い、異常を検知した際の通知・警報により、現場に散在する管理箇所の目視確認という属人性の高い作業を省略することで、**現場技術者の負担軽減、迅速な判断や対応への支援**を実施できます。

<https://www.nishimatsu.co.jp/dx/solutions/solutions-remos.html>

3. 課題

トンネル以外の条件でも運用が可能な技術の組み合わせにより構成されたシステムであるため、**高い汎用性を有しており、山岳トンネルのみならず様々な工種への展開が可能**です。重機の ROS 情報や環境データ、管理データを取得するセンサーは全て後付けが可能で、**現在稼働している現場にも適用**できます。商用利用されている各種センサー、クラウドサービス、ROS2、ゲームエンジンを活用しているため、他社での利用も行えます。今後、社内外への展開を推進する体制・対応手法の構築と技術進歩への追従が課題と考えています。

4. 他社への提供が可能な技術

現段階での他社への展開は実施していません。

【本技術に関する問合せ先】

西松建設株式会社 技術研究所 土木技術グループ

山本 悟 TEL : 090-7083-3646 E-mail : satoru_yamamoto@nishimatsu.co.jp

地上写真測量による舗装出来形計測

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

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。

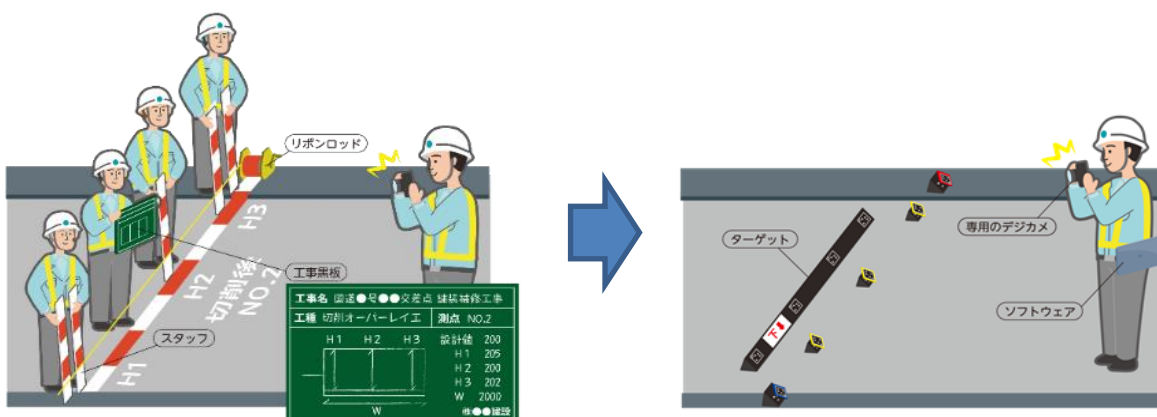


図-1 従来計測とNコレ・メジャー計測イメージ

【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デジタルカメラおよび取得した画像を解析する専用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>



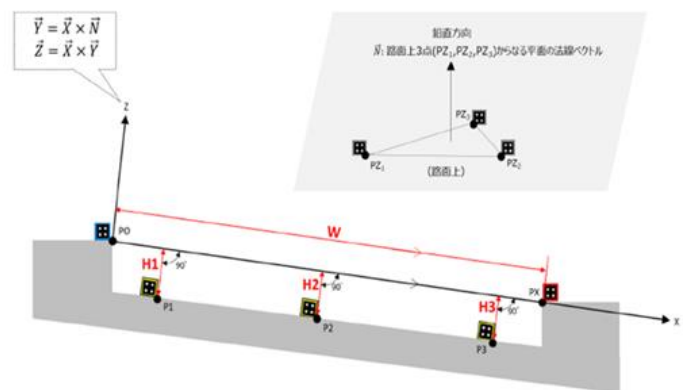
写真－1 計測状況



写真－2 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

- ・雨天時は計測不可
- ・専用のデジタルカメラが必要
- ・日差しが強く路面の照り返しが強い場合は計測不可（計測箇所に日除けで影を作れば可）

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の購入・レンタルに関する問合せ先】

株式会社横河技術情報 営業部

TEL : 03-5442-1703

E-mail : vform-saes@yt.co.jp

URL : <https://www.yti.co.jp/product/maintenance/vformpavement.html>

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

マーキングロボット ～GNSS により任意の点や線を路面に描写～

1. 事例概要

従来、舗装準備工における型枠の設置位置や路面切削準備工における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路面に明示し、次に、このポイントを滑らかに繋ぐように、人がスプレーやチョークラインを用いて、直接、路面にマーキングする方法で、作業員の身体的負担を伴う作業であった。

この作業の改善するため、自動でスプレーマーキングを行うマーキングロボットを導入した。マーキングロボットは、GNSS を使用し、あらかじめ設定された線形に沿って自動走行しながら、現地路面にその線形をトレースできる。ロボットの操作は専用ソフトがインストールされたタブレットで行い、このソフトでロボットの動作設定や線形データの読み込みを行う。線形データは、現地の公共座標に合わせて作成した DXF データを使用し、カーブやクロソイド曲線（最小回転半径は 50cm 程度）にも対応できるほか、ソフト内で線形のオフセットや延長、コピー等の編集も可能である。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）や走行速度などを任意に設定できる。

【画像】



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

【機器・技術のスペック】

表-1 マーキングロボット 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 (当社検証による)
- ・ 作業効率が、10 倍程度向上 (当社検証による)
- ・ 『立つ』 ⇄ 『しゃがむ』 の繰り返し動作がなく、身体的負担を大幅に軽減
- ・ 修繕工事などの供用車線に隣接した箇所での作業を削減し、安全性が向上

3. 課題

- ・ 公共座標に合わせた線形データが必要なため、使用前に現地測量が必要
- ・ CAD ソフト等により、線形データの作成や編集作業が必要

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術の購入に関する問合せ先】

グレートスタージャパン株式会社 中村

TEL : 045-228-8677

E-mail : s.nakamura@greatstariapan.co.jp

HP : <https://greatstariapan.co.jp/service/survey/tinysurveyor/>

株式会社守谷商会 機械 2 部 宮本

TEL : 03-3278-6091

E-mail : miyamoto.yasuhiro@moritani.co.jp

HP : <https://sales.moritani.co.jp/>

3Dカメラを用いたプルフローリング試験のデジタル化

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

プルフロ・i ～3Dカメラで地盤の不良箇所を自動判定～

1. 事例概要

プルフローリング試験は、舗装工事の下層部（アスファルト舗装の下の層）で行われる品質管理試験の一つで、仕上がった地盤上に荷重車となるローラー等を走行させ、その走行荷重により地盤面が変形しないかを、目視により観察し良否判定を行う重要な試験である。従来方法では荷重車の後を複数の試験員が歩きながら目視観察を行い、不良と判定した箇所にスプレー等でマーキングをし、試験終了後に是正処置を施していた。

プルフロ・iは、試験員による目視を距離計測が可能な3Dカメラで代替しており、3Dカメラで計測した地盤の変形を即時に解析して自動で良否判定を行うと同時に、試験結果をクラウドへアップロードする。アップロードした試験結果は、荷重車の位置情報とリンクして変形の程度により色分けされたヒートマップとして地図アプリ上で確認でき、遠隔臨場と同様の運用が可能となる。なお、この地図アプリは、専用ソフトウェアをインストールする必要がなく、インターネットに接続されたタブレットやPCのブラウザから誰でも簡単にアクセスできる。また、この地図アプリには帳票出力機能を付加しており、ワンクリックで表示中のヒートマップが試験結果報告書へ自動添付される。

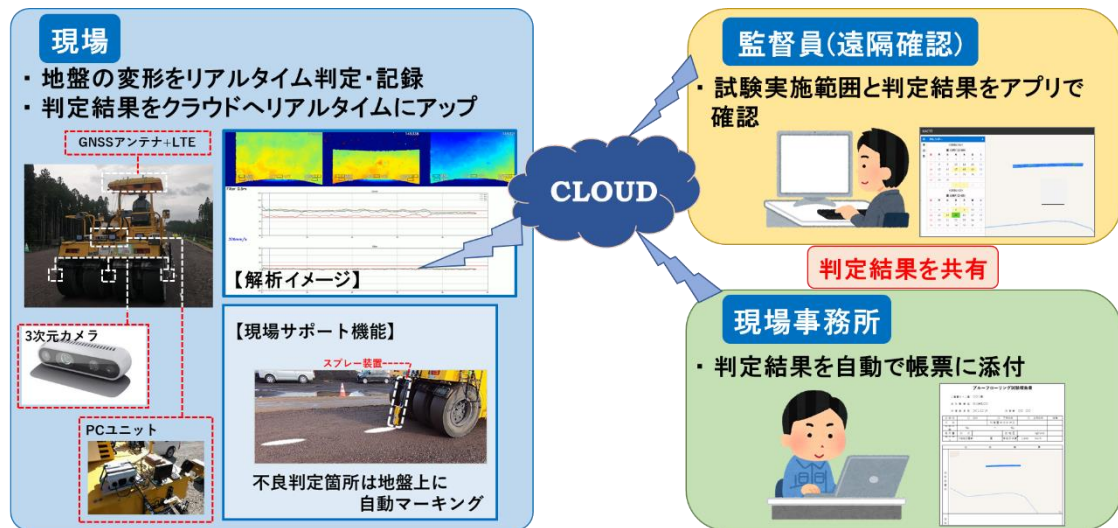


写真1 従来の試験状況

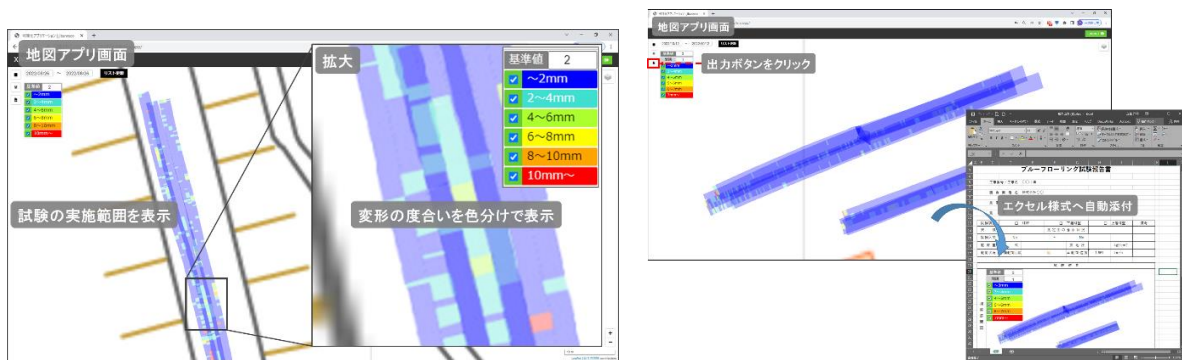


写真2 プルフロ・iによる試験状況

【機器・技術のスペック】



図－ 1 システム全体概要



図－ 2 地図アプリによる試験結果表示と帳票出力機能

2. 採用の効果

- ・ 従来、4～6名で実施していた当該試験を2名で実施でき、省人化
- ・ 目視観察で必要だった歩行や現場までの移動が削減され、省力化
(ただし、荷重車へのシステム取付け作業に30～40分程度の時間を要す)
- ・ 荷重車の両端および中央の3箇所に変形を計測し、見逃しが軽減
- ・ 走行中の荷重車へ近接する必要がなくなり、安全性が向上
- ・ 変形量が数値化され、個人差のない判定が可能
- ・ 位置情報に紐づくデジタルデータでの記録により、エビデンスの確保が可能
- ・ 地図アプリの帳票出力機能により、事務作業も軽減

3. 課題

- ・ GNSSを受信できない場所では、使用不可
- ・ LTE通信圏外では、位置情報を安定して取得できず、良否判定の精度が低下

4. 他社への提供が可能な技術

現在、当該システムを提供できるように検討を実施している。

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（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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

N-P Manager-Co ～コンクリート施工情報一元管理システム～

1. 事例概要

当該技術は、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、各管理ポイントにいる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た。

本システムでは、運搬車両に張り付けたカラーコードを、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自動で認識し、専用の web アプリが、運搬車両ごとに、各項目の時刻が記載された帳票を作成できる。また、クラウド接続可能な温度計や湿度計を使用すれば定期的にアップロード可能である。現場内で実施された品質管理試験のデータは人力で入力し、即時情報共有することができる。

記録データはリアルタイムに WEB 上で確認することが可能なため、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も可能である。

【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 などの iOS 専用アプリを使用
- ・ 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）

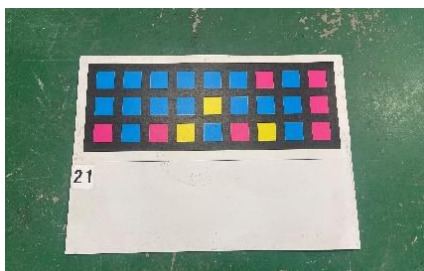


写真1. N-P Manager-Co 機材（2次元コード、データ確認端末）

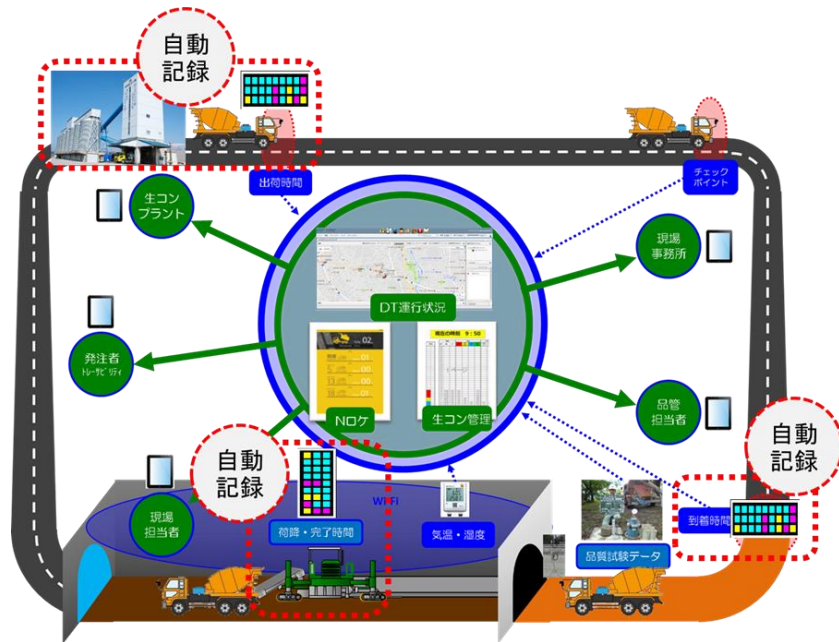


図 1. システム概要図



写真 2. 出荷時刻認識状況

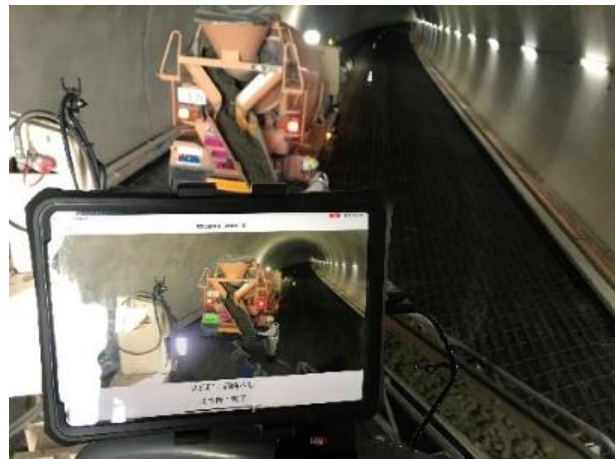


写真 3. 打ち込み開始認識状況

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1名削減できる。
- ・Webアプリケーション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で、高品質な施工が可能となる。

3. 課題

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

4. 他社への提供が可能な技術

社内技術のため、提供できない。

ストックヤード原材料管理アプリ

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（在庫管理）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト削減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

誰でも簡単にスマホで算出！3分骨材ボリュウムメジャー！

1. 事例概要

アスファルト混合物製造工場では、原材料の在庫管理として体積測定を2～3人が巻尺を用いて、毎月末日に実施している（写真-1）。当業務の省人化・省力化を目的として、スマートフォン端末で体積を測定するアプリを活用することとした（写真-2）。

当技術は2024年4月から当社が所有している全ての製造工場で活用している。



写真-1 従来の在庫管理方法



写真-2 本技術を活用した在庫管理方法

【機器・技術のスペック】

本技術は、写真-2のようにLiDAR機能が搭載されたスマートフォンを用いて対象物の形状を測定する。測定データは点群データとテクスチャ画像で図-1のように表示される。100m³程度の対象物を測定した場合、測定時間は3分程度であった。データを取得し、対象物以外の範囲を取り除く作業をスマートフォンで行った後、図-1の右上に示すように瞬時に体積が明示される。体積は基準面を指定すると瞬時に明示されるため、野積みの材料や発生土の測定を行うことが可能である。更に、骨材の単位体積重量を入力することで測定対象の重量が表示される。原材料量の管理に特化したアプリである。

当技術は、スマートフォン端末で不要な点群の削除を行うことができる点が優れている。LiDAR 機能を用いた 3D 形状測定の無料アプリは上記の機能を有していないことが多く、別途、パソコン等で処理が必要であった。

同時に、従来は手書きで作成していた帳票に関して、本技術は図-2 のように取得データ画像と体積が記載され、自動で出力可能である。

なお、LiDAR レーザーを使用するため、暗所や雨天時には使用が難しい。

単位体積重量を入力することで測定対象の重量を表示できます。



図-1 測定後の出力データ

体積測定

測定方法: LiDAR計測	作成: 2025.03.12 18:49:56
測定アプリ: StockMeasureVerse 0.0.24(0)	撮影: 2023.10.31 11:19:17
対象: 碎石X号	単位体積重量: 1.595 t/m³

測定結果							
体積	139.5m³	重量	222.520 t	面積	62.6m²	高さ	3.44m
場所	ベイサイド拠点			緯度:	35.51553	経度:	139.88931
				高度:	9.753		

参考資料 LiDARによる測定											
緯度: 35.51553 経度: 139.88931 高度: 9.753	<table border="1"> <tr> <td>碎石X号</td> <td>1.595 t/m³</td> </tr> <tr> <td>体積</td> <td>139.5m³</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>222.520 t</td> </tr> <tr> <td>占有面積</td> <td>62.6m²</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>3.44m</td> </tr> </table>	碎石X号	1.595 t/m³	体積	139.5m³	重量	222.520 t	占有面積	62.6m²	高さ	3.44m
碎石X号	1.595 t/m³										
体積	139.5m³										
重量	222.520 t										
占有面積	62.6m²										
高さ	3.44m										

図-2 本技術の帳票

2. 採用の効果

①施工管理

現在までは、経験と知識を有する職人および管理者が主導で業務を行っていた。労働者の減少が見込まれる今後の建設・製造業では、誰でも簡単に、使い慣れているスマートフォン端末で体積を算出することができる当技術を用いることで、業務の効率化が見込まれる。

②労働時間短縮

在庫管理の方法は2~3人が巻尺やスタッフを用いて(写真-1)、原材料の体積を測定する。測定はアスファルト混合物の出荷が終わり次第となり、勤務時間外に及ぶこともある。

そこで、1人で原材料の体積を3~5分程度で測定できる当技術(写真-2)は省人化、省力化に資することが期待される。

3. 課題

100 m³程度の敷地までは良好な測量が行えるが、それ以上の広大な敷地の場合は自己位置の推定にズレが生じ、正確な体積の算出が困難となる場合がある。このような場合は、ドローン測量技術の利用を推奨する。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社 イクシス TEL: 044-589-1500

お問い合わせフォーム: <https://www.ixs.co.jp/inquiry>

舗装出来形写真測定アプリ

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（出来形管理）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

水系・スタッフ不要！1人で完了、非接触出来形測定

1. 事例概要

舗装修繕工事では、舗装切削後の出来形測定（路面の仕上り高さ・幅員測定）を水系と標尺（スタッフ）を用いた糸下がり測定や巻尺を用いて測定している。測定には複数人必要であり、走行車両に近接するなど安全面の課題もある（写真-1）。そこで省人化・省力化・安全性を目的として、スマートフォン端末で簡単に出来形測定を行える技術を開発し、携帯アプリにして活用した。



写真-1 従来の舗装出来形測定

【機器・技術のスペック】

本技術は、写真-2のように測定したい箇所に置かれた専用のマーカーをスマートフォン

(iPhone Pro)で撮影し、舗装の出来形測定を行うアプリである。撮影した画像データは、クラウドに上げられ即座に解析され、およそ2分程度で計測結果が得られる。測定結果はスマートフォン上で確認できるほか、同時に帳票化され、国土交通省の3次元出来形管理基準に準じた書類としてWeb上から取得できる（図-1）。

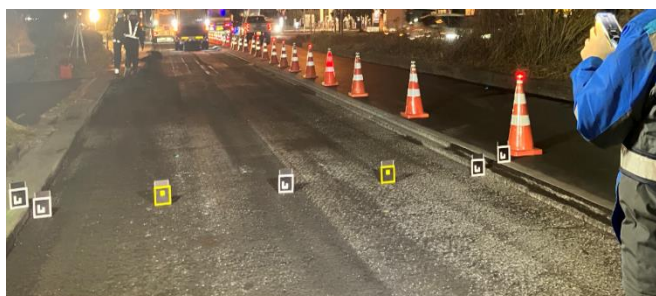
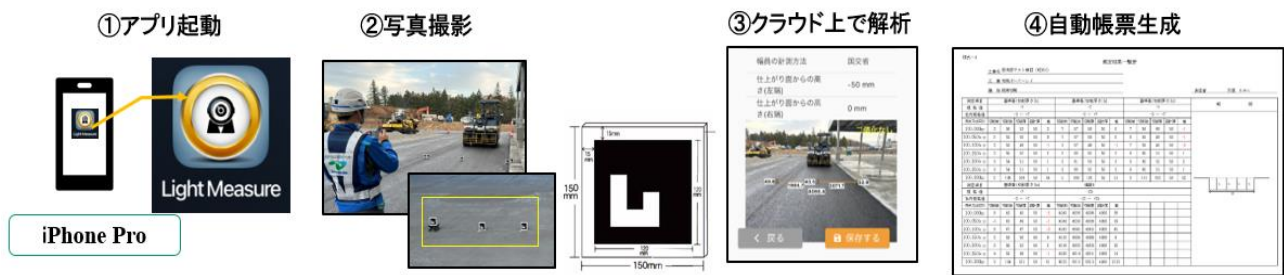


写真-2 本技術を活用した舗装出来形測定



図ー 1 舗装出来形写真測定アプリのフロー

2. 採用の効果

①生産性向上

従来は、4人程度で行っていた業務が1人で測定ができる。測定結果も瞬時にわかるので効率が良く、更に自動的に出来形管理の帳票も作成する。従来の測定では、帳票作成は現場終了後に事務所で行うことが多く勤務時間外におよぶこともあるが、当技術では帳票まで自動で作成するため業務効率化につながり、労働時間が短縮できた。

②安全性の向上

従来の測定では、測定補助員が走行車線近くに配置され、一般走行車に近接していたため、危険要因となっていた。当技術では、走行車との近接作業がなく安全である。

3. 課題

本技術は、国土交通省の「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」に手法が示されている。これにより国土交通省の舗装修繕工事に適用されるが、その他の発注者で使う場合は明確な基準がないので、発注者との協議が必要である。

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減

土工事の降雨時リスクを仮設排水システムで低減

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あまり行われておらず、経験的に排水管の位置や管径を決定していることが多い。一方で、ICT 土工の導入に伴い UAV 測量などを用いた 3次元地形データの取得が行われている。この 3次元地形データを活用し、任意の取水点（縦排水流入口）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解析を行った。

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、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。

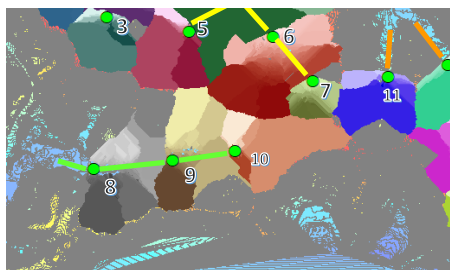


図-1 工事前の仮設排水及び集水域図

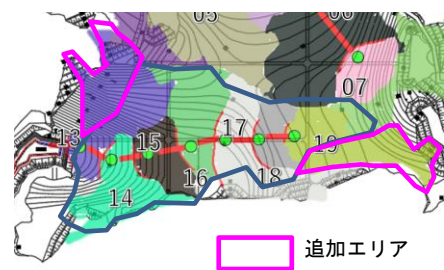
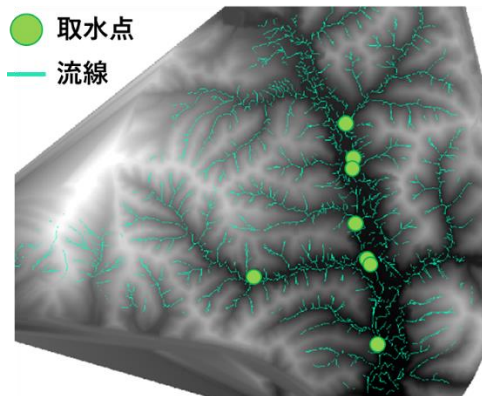


図-2 工事中の仮設排水及び集水域図

また、工事開始前の地形データから、流線を生成しその流線から排水計画を半自動で作成できるシステムを開発した(図-3)。集水面積を設定することで取水点(縦排水管)設置位置を自動で抽出し、取水点間の暗渠排水管の延長の計画も可能となった。



座標系	平面直角座標系 第 10 系 (JGD 2011)
地形ラスターデータの解像度	1 メートル
〈地形画素制限〉	5 メートル
解析対象CAD入力	C:\Users\16140\OneDrive - 日本国土開発株式会社
解析用レイヤー作成	
取水点作成ツール	取水点集出閾値
	5 ヘクタール
取水点作成	
CSV出力ツール	出力先
CSV出力実行	
CAD出力ツール	出力先
	DWG_R2013
	出力先
CAD出力実行	

図-3 取水点自動設置ツール

【機器・技術のスペック】

UAV 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：x86 または x64、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。

また、取水点（縦排水流入口）の位置や排水管の配置から延長と自動で計画・解析を行えるシステムを開発したことによって、土工事の経験が少ない若手技術者でも仮設排水計画を立案できるようになった（図-4）。

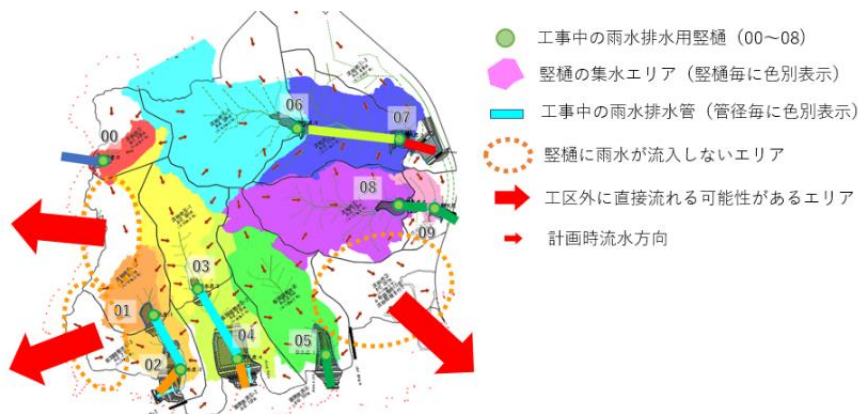


図-4 若手技術者作成による仮設排水計画例

3. 課題

開発した当システムを活用することでベテラン技術者が数週間かけて作成していた仮設排水計画を若手技術者が 3 日程度で立案可能となる。ただし、ソフトの扱いが多少複雑であり、ある程度の習熟期間が必要となる。

複数機種を用いた締固め管理システム

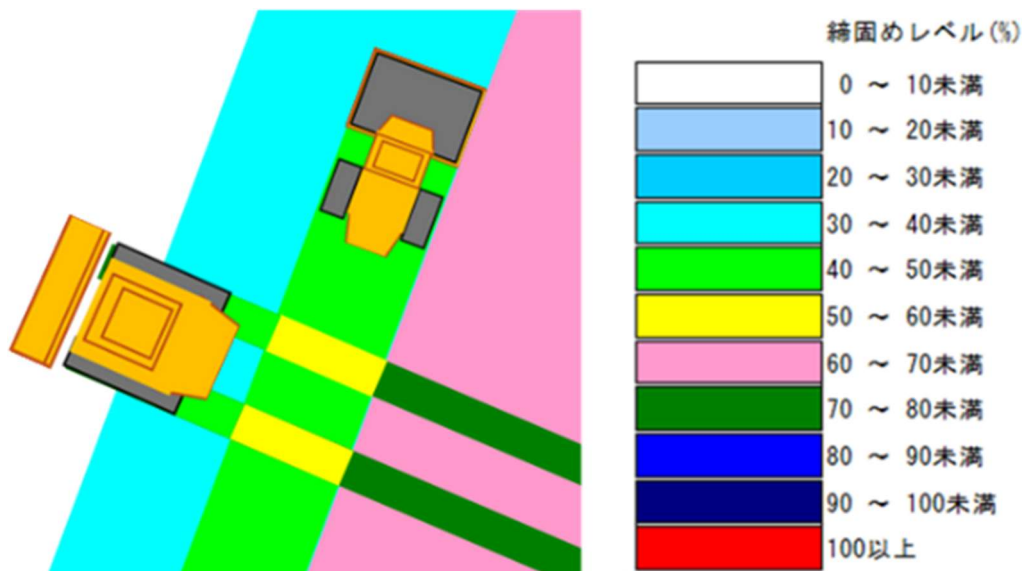
取り組み事例分類	3D 測量		UAV		BIM/CIM		VR・AR・MR	
	自動・自律		ICT 建機		ロボット		GNSS	
	遠隔臨場		情報共有システム		書類・掲示の電子化		AI	
	その他 ()							
適用施工プロセス	測量		設計		施工		維持管理	
	その他 (教育)		その他 (事務業務)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

複数機種の締固め効果を算定し重機稼働時間低減

1. 事例概要

近年用いられている TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理技術は、振動ローラもしくはブルドーザ等の単一機種による転圧回数を締固め度に紐づけて締固め管理が行われている。実際の施工ではブルドーザが敷き均した後、隣接する作業エリアの敷き均し工程の中で敷き均しを終えた盛土上をブルドーザ等が走行することがある。その際のブルドーザの走行も締固めに寄与するものと考え、実際の盛土への締固め機械による締固め効果を正しく把握しその効果を締固め管理に反映するために、複数機種を用いた締固め管理システムを構築した。

複数の機種を用いた締固め管理にあたり、既存の回数管理ではなく締固めレベルという指標を導入している。締固めレベルとは、事前に実施した試験施工により所定の密度を満足した締固め回数（規定締固め回数）を締固めレベル 100%と定義し、規定締固め回数から各機種の締固め回数 1 回あたりの締固めレベルを算出するという考え方である。

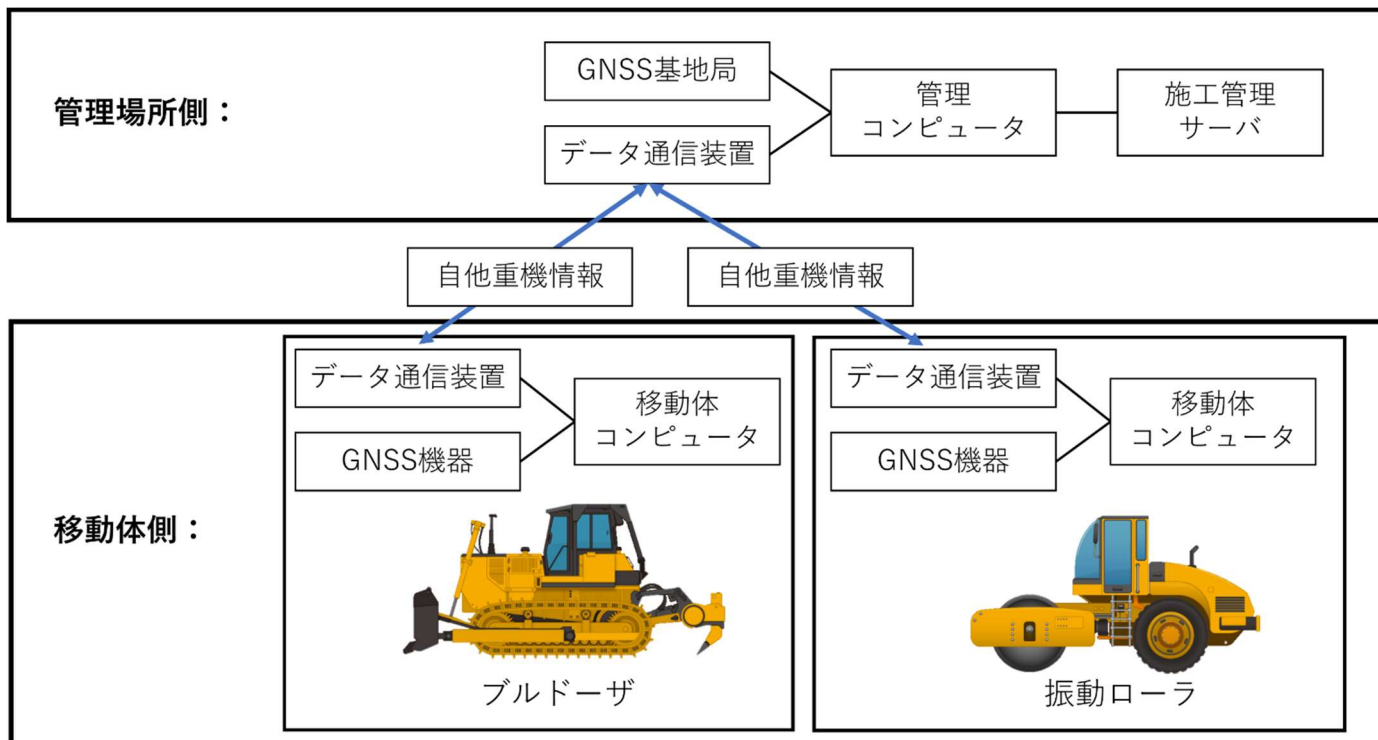


締固めレベルを用いた締固め管理技術イメージ図

【機器・技術のスペック】

このシステムは、ブルドーザおよび振動ローラにGNSS機器、データ通信装置、移動体コンピュータを搭載し、現場事務所などに管理コンピュータ、データ通信装置、GNSS基地局を設置する。

締固め管理は、ブルドーザ、振動ローラの施工履歴を管理コンピュータに設置したデータ通信装置とデータ通信を行って管理コンピュータへ送信し、ブルドーザと振動ローラの施工履歴を管理コンピュータで統合管理し、施工管理サーバへ施工履歴データを蓄積します。また、ブルドーザと振動ローラに設置した移動体コンピュータへ統合管理された施工履歴データをリアルタイムに送信する。



締固めレベルを用いた締固め管理システム構成イメージ図

2. 採用の効果

生産性向上

試行現場では、ブルドーザの敷き均しに概ね5往復要している。同一層、同一箇所でも5往復以上のブルドーザの移動に締固め効果があると考えた場合、ブルドーザ転圧2回分の稼働が認められた。当該現場では、ブルドーザの規定締固め回数は6回であったため、振動ローラの締固め作業を $2 \div 6 = 33.4\%$ 低減できる。

3. 課題

適用土質の拡大

本システムの試行に際し、砂質土と粘性土を対象に試験施工を行っている。砂質土においては、ブルドーザと振動ローラの試験施工結果に紐づく、規定締固め回数から算定される締固めレベルを用いて、締固めレベル100%を満足する、ブルドーザ・振動ローラの転圧回数の組み合わせにおいて、締固め度の規格値を満足する結果を得た。しかし、粘性土においては締固め度ではなく、空気間隙率を用いて締固め管理を行うケースがあり、空気間隙率と締固めレベルの関係性を整理し適用土質の拡大が今後の課題である。

参考サイト：[日本国土開発プレスリリース](#)

トンネル坑内自動巡視ドローン

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

発破後の切羽点検を無人（坑内ドローン）で安全に実施

1. 事例概要

これまで建設現場におけるドローンの活用は、GNSS情報が届かない環境では予め設定されたルートで自動自律飛行できず、ドローンの操縦に高度な操作技術が必須であることから、屋外での使用に限定されていました。本技術は、飛行制御にLiDARを使用するドローンを採用し、非GNSS環境かつ暗所のトンネル坑内においても安全で安定した自律飛行が可能です。このドローンに搭載した広角・ズームカメラの高画質映像で、発破後などの切羽監視において、無人による安全な切羽点検が可能となります。さらに、ドローンに搭載した360度カメラで取得した画像情報を使い、VR空間が生成できる現場モニタリングシステム「OpenSpace」と連携させることで建設現場の各施工段階を網羅的に記録し、BIM/CIMと併せて施工管理情報を一元化できます。

【機器・技術のスペック】

ドローン本体はDJI MATRICE 300RTKを採用し、機体に搭載された複数のカメラとIMUを組み合わせたビジュアルオドメトリにより、自己位置・姿勢推定を行います。追加センサーの3D-LiDARは、64レイヤーのレーザーを出力し、画角は90度、計測距離は最大50mです。自律飛行システムを動作させるコンピュータを搭載し、3D-LiDARとMATRICE 300を接続して必要な情報の送受信を可能としています。

<ドローンによるトンネル坑内自律飛行>



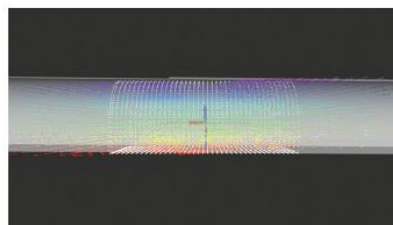
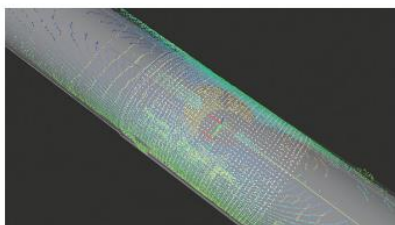
自律飛行ドローン



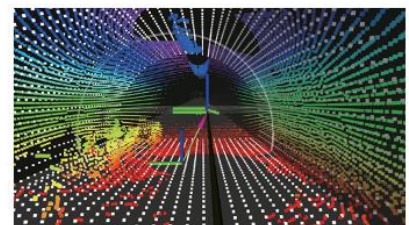
自律飛行状況



切羽(障害物)認識自動停止



BIM/CIMモデル内での自律飛行モニター



<自律飛行ドローンによる切羽点検>



発破後の切羽点検



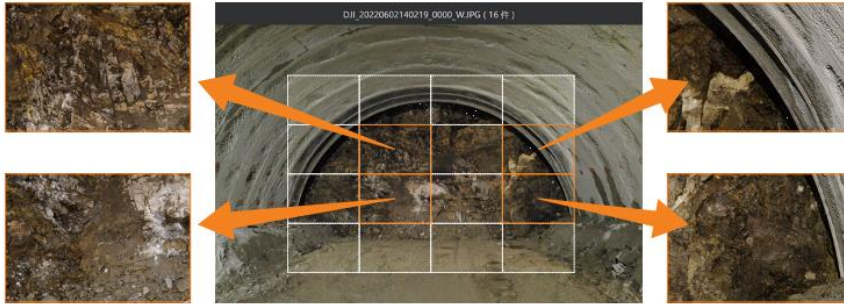
発破後の切羽全景



発破後の切羽ズーム

切羽の高解像度グリッド写真

(ズームカメラが対象エリアの写真を自動撮影し、細部まで詳細確認)



PCやタブレットで切羽の遠隔点検



2. 採用の効果

○現場内において従来実施している複数人による複数回の現場巡視点検の自動化、省人化を実現。

巡視点検時間：1回1時間/人の削減、データ整理時間：80%削減

○本システムを発破後などの切羽状況監視に活用することで、切羽に近づくことなく的確に異常を把握できるため、無人による安全な切羽点検が可能。

○VR空間での巡視やVR空間上でのコメント・データ等の添付による点検・検査や、受発注者間において非接触で高度な情報を迅速に共有可能。品質管理や維持管理記録としての活用も可能。

3. 課題

今後は、更なる自律飛行の高度化、トンネル以外の非GNSS環境への展開とともに、LiDARにより得られた点群データの出来高・出来形管理への活用を推進する予定です。

グリーンレーザーおよび長時間飛行ドローン

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

水中を測れるグリーンレーザーと長時間ドローンで効率よく 3D モデル作成

1. 事例概要

小型のグリーンレーザーสキャナを搭載した長時間ドローンを用いて、水部と陸部を広範囲かつシームレスに3次元測量することができる(図1)。水面で反射する近赤外レーザーとは異なり水中を透過するグリーンレーザーを使用することにより、豪雨の後の濡れた地盤や河川や海岸における水底の地形を正確に測量することが可能となる。長時間ドローンは混合ガソリンを燃料とするエクステンダーを搭載したハイブリッド式で、内蔵バッテリーを常に充電しながら飛行することで、グリーンレーザー스キャナを搭載した状態で約2時間の連続飛行を可能とする。

国土交通省の「インフラ管理、災害対応等に活用できる長時間飛行ドローンの実装化」に参画し、長時間連続飛行の実証実験^{※1}をおこなった。本実証では、レベル3^{※2}程度までの飛行、3時間を超える長時間連続飛行、ならびに1時間を超えるレーザー点群測量飛行に成功した(写真1)。

※1: アミューズワンセルフ、小川精機、ソフトバンク、パスコ、フジタ、岡山大学、岐阜大学の7者による実証実験 (https://www.mlit.go.jp/page/kanbo08_hy_000050.html)

※2: 無人地帯での目視外飛行(補助者なし): 今回の実証実験では補助者を配置



図1 グリーンレーザーによる水底点群データ例



写真1 実証実験状況


製品名	TDOT 3 GREEN (ティードット3グリーン)		
サイズ(約)	W270 × D230 × H150mm		
重量(約)	2.7kg(本体のみ/アンテナ除く)		

レーザースカナ仕様			
最長測定距離	≥10%	158m	≥60% 300m over
測距精度	≥10%	±15mm	≥60% ±5mm
パルスレート	60,000Hz		
視野角	90° (±45°)		
エコー切り替え	1st&Last / 4echo		
スキャン速度	30走査/秒		
レーザ波長	532±1nm		
ビーム拡がり角	1.5mrad		


INS仕様 ^{※1}			
位置精度	5mm	ヘディング	0.03°
速度	0.01m/秒	ピッチ/ロール	0.006°

アイセーフ機能 対地高度でレーザの出力を制御するアイセーフ機能を有します。レーザクラス1Mに準拠します。
 > 対地高度 < 40m : クラス1 > 対地高度 > 40m : クラス3R(NOHD^{※2}: < 40m)


測深能力 水深から50mの距離まで
 > R=1.0, 吸収係数=0.25(1/m) > 1.4 secchi^{※3} > R=0.5, 吸収係数=0.25(1/m) > 1.25 secchi




パルスレート
60,000Hz




スキャンスピード
30 Line/s



FOV
90°



レーザ波長
532nm



TDOT GREEN
DRONE LASER SYSTEM

NETIS 国土交通省 新技術情報提供システム
登録番号 KK-200034-VE

図2 グリーンレーザースキャナ : TDOT3 GREEN

【機器・技術のスペック】

国土交通省実証実験では、グリーンレーザースキャナは株式会社アミューズワンセルフ製のTDOT3 GREENを、長時間ドローンは株式会社アミューズワンセルフ製のGLOW.Hを使用した。それぞれの仕様を図2、図3に示す。

2. 採用の効果

①生産性向上効果

従来のバッテリー式ドローンの場合、30分に一度程度の頻度でバッテリー交換の必要があるが、約2時間の連続飛行が可能となるため広範囲を効率よく測量することができる。



ガソリン	エンジン	バッテリー	ドローン	FLIGHT TIME TDOT 3 GREEN標準
→	→	→	→	約4時間
約4時間	約2時間			
フライトコントローラー Pixhawk	動力方式 HYBRID	ペイロード 3kg	通信方式 2.4GHz LTE通信 衛星測位(オプション)	コンピューター NVIDIA JETSON NX
				管制ソフトウェア QGroundControl QGC for GLOW

図3 長時間ドローン : GLOW.H

陸部と水部を一度に測量することができ点群データや3Dモデルを統合する作業が不要となる。

②品質向上効果

豪雨災害直後の浸水や土砂災害の被害に遭った現場の場合、水たまりや濡れた地表面で近赤外レーザーでは反射して測量品質が落ちることがあるが、グリーンレーザーを使用することで正確な地形を把握することができる。

3. 課題

レベル4^{※3}運用に向けて引き続き安全性の検証を重ねることが求められる。また、レーザー測量を長時間にわたり連続的におこなう場合、取得するデータ量が非常に大きくなるため、5G、6Gなど次世代の情報伝送技術などへの対応に継続して取り組んでゆく必要がある。

※3 : 有人地帯での目視外飛行

【本技術に関する問合せ先】

株式会社パスコ 価値創造本部 クリエーション企画部 尾上

TEL : 03-5435-3572

E-mail : infradxecsite_operation@pasco.co.jp

<https://www.pasco.co.jp/products/dronegreenlaser/>

盛土材粒度曲線推定システム「ふるってストーン!®」

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（省力化）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

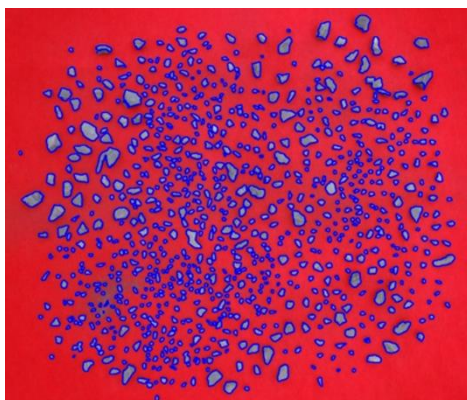
画像解析による盛土材の粒度特性評価の簡易化

1. 事例概要

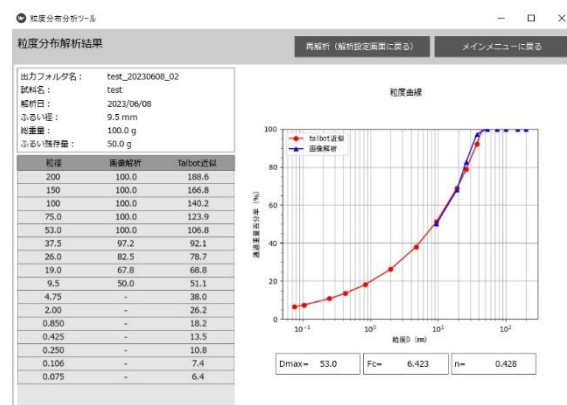
盛土造成において盛土材が締固めに適した粒度にあることの事前確認は盛土の品質確保のために重要な事項です。しかしながら、現場で大粒径材を含む盛土材の粒度分布を確認することは多大な労力を伴うため、省力化の一つの対策として画像処理技術の応用が考えられており、粒径が比較的揃った CSG 材の粒度曲線の画像処理技術を用いた計測システムの構築がすでに試みられています。本技術は画像解析による粗粒側粒子の粒度分布の算出と、Talbot 近似による細粒側粒子の粒度分布の推定を組み合わせたもので、粒度が広範囲に分布する盛土材を対象に、締固め転圧に適した粒度特性指標（最大粒径 D_{max} 、均等係数 U_c 、細粒分含有 F_c など）を、現場で簡単に求めることができる計測システムです。このシステムはコンピュータアプリケーションで合理化・効率化することが可能で、算出手順の中で EXCEL ファイルに算出過程を記録することで、作業の一元化を可能とし、さらなる効率化を実現できます。

【作業手順の概要】

- ①盛土材を画像解析による粒径認識可能な粗粒側粒子と細粒側粒子に分けてそれぞれの重量を量る
- ②粗粒側粒子のみを反対色のシート状に粒子同士が重ならないように並べて撮影する
- ③アプリ「ふるってストーン®」に画像を読み込む
- ④粗粒側粒子重量と細粒側粒子重量を入力する
- ⑤解析結果が出力される



撮影された粒子と粒子の境界認識の例



出力された粒度試験結果の例

2. 採用の効果

○粒度試験の省力化により工程、品質がそれぞれ400%向上します。

工程：試験時間（データ整理含む）が従来法では1時間⇒新技術により15分に短縮

品質：試験の省力化により試験頻度が従来法では1回/月⇒新技術により1回/週に増加

○撮影画像をアプリで読み込むだけで粒度解析結果が出力できるので、迅速にデータ整理ができます。

○EXCELなどの外部ファイルへの出力が可能なので、容易に情報共有できます。

3. 課題

本技術では、粒子を長径が回転軸とした回転楕円体として仮定しているため、粒径比 α （長径/短径）を対象材料に応じて適切に設定する必要があります。今後はさらにデータを蓄積し、合理的な粒径比の設定方法を検討し、本技術を拡張する予定です。

転石の体積算出ツール「囲ってストーン!®」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

転石の体積算出手順を効率化

1. 事例概要

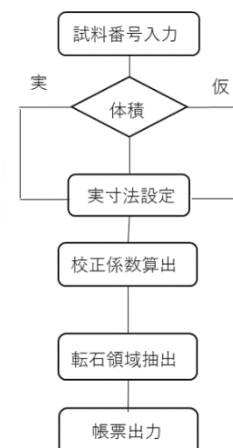
これまで建設現場で発生する転石の標準的な数量把握は、その形状を直方体で近似して、現地でリボンテープや巻き尺を使って各辺の直接長さを計測し、その後作業所にて体積の算出および帳簿作成を実施している。現場によっては数百個程度の転石が出現することもあり、そのような場合には手順の合理化が望まれる。

本技術は、転石を扱う施工時の手順をコンピュータアプリケーションで合理化・効率化することが可能としている。また、算出手順の中でEXCELファイルに算出過程を記録することで、作業の一元化を可能とし、さらなる効率化を実現できている。なお、算出の手順は国土交通省の指針（案）¹⁾に基づく。

【作業手順の概要】

転石の体積算出には、まずその対象を撮影する。通常デジタルカメラでの撮影でも作業を実施することはできるが、解像度が高いカメラが望ましい。撮影した画像をPCに転送し、本技術でのアプリケーションにて処理する。算出処理は、正面と側面の画像を当該アプリに読み込み対象領域を囲むことで行う。この時、既知の長さを把握できる物体（スタッフなど）を画内に設置する。これは、長さと同素とを対応させる校正係数を算出するためとなる。

< 転石算出アプリの作業状況 >



2. 採用の効果

○現場内において実施している複数人の撮影・計測作業の省人化を実現

巡視点検時間：1回1時間/人の削減、データ整理時間：80%削減

○対象物をマウスで囲むだけの作業なので、体積の算出の省力化・効率化も実現

○体積の算出作業と同時にEXCELなどの外部ファイルへの出力が可能であり、帳簿作成が効率化できる

3. 課題

本技術では、国土交通省の指針に準じてはいるが、直方体を仮定することに違和感の無い範囲が主な適用となる。この点の解決のために、様々な形状に適用できる算出アルゴリズムを検討し、本技術を拡張する予定である。

1) 国土交通省九州地方整備局：土木工事施工管理の手引き【基本版】，参考資料集，平成20年9月

重機搭載レーザー計測システム（トンネル版）

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

トンネル施工における掘削出来形測定の省略

1. 事例概要

本技術では、重機による掘削作業後に重機オペレータだけでリアルタイムに掘削面の出来形 3D データを取得することが可能となります。従来の掘削作業では、作業後に測量手元の作業員や職員によるレベル測量や基準線とスタッフ等を用いた確認が必要でした。本技術は、これらの作業を重機オペレータだけで行えるほか、重機から降りることなく行えるため、掘削の不足箇所を直ちに修正でき、施工の品質と生産性の向上を実現します。GNSS による測位が困難なトンネル坑内において、自動追尾トータルステーションを用いることで重機自己位置を特定し、2D レーザースキャナを搭載した重機を回転させることにより、掘削面の 3D データを取得することができます。

本技術は、内閣府が推進している官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）を活用した、国土交通省の「建設現場の生産性を飛躍的に向上させるための革新的技術の導入に関するプロジェクト」に選定され、国土交通省発注「新三国トンネル工事」のインバートや「羽ノ浦トンネル工事」の切羽で効果の検証を行いました。

【機器・技術のスペック】

本技術では、施工後すぐに、2D レーザースキャナを搭載した重機を回転することにより掘削面を計測して、現況の 3 次元点群データに変換します。このデータを 3 次元設計データと重ね合わせ、差分を色分けしたヒートマップが運転席に解析モニタに表示され、リアルタイムな出来形良否判定が可能となります。また、バックホウの爪先やブレーカのノミ先の位置がモニタ上に表示され掘削箇所のガイダンスができます。計測精度は、国土交通省で示された出来形管理（土工）の基準値を満たす、±50mm 以内の精度での計測が可能です。

トンネル工事において、インバート掘削や切羽の当たり取りの出来形を計測し、設計データに対する差分のヒートマップ表示ができます。これにより、オペレータだけで計測と良否判定が行えるため、従来のような測量手元や職員による測量やレーザーポインターでの当たり箇所の指示が不要となり、トンネル工事における安全性と生産性の向上が図れます。

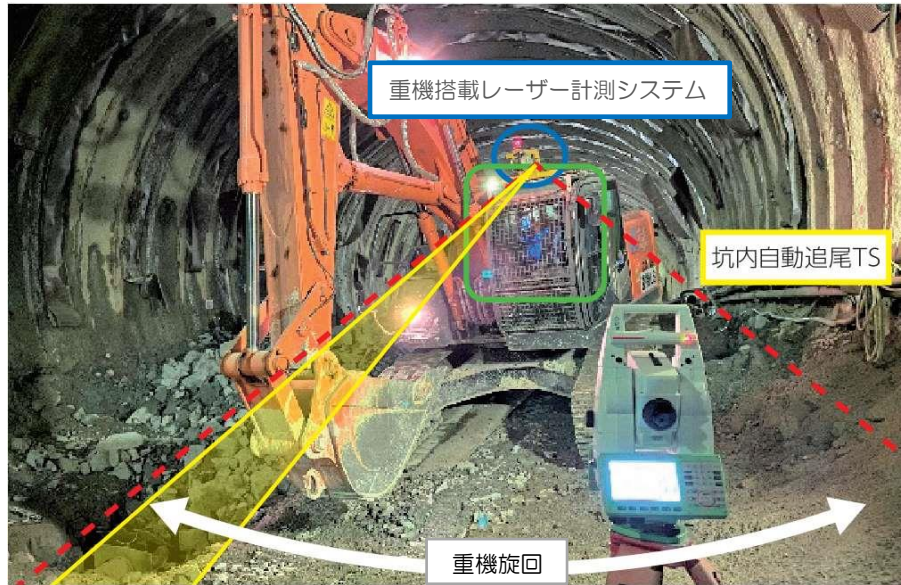


図1. トンネルインバートでの活用（新三国トンネル）

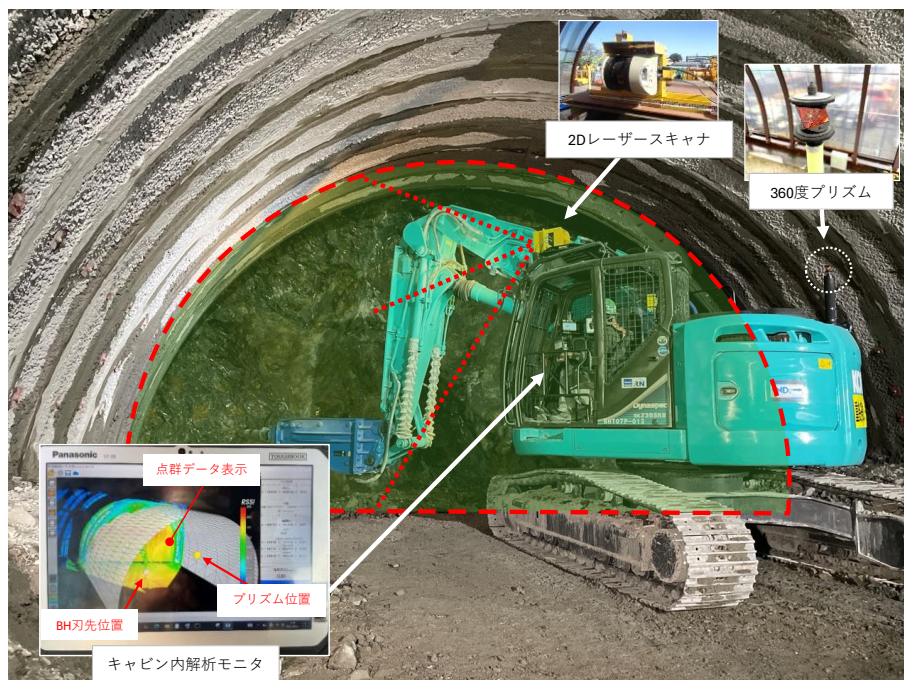


図2. トンネル切羽での活用（羽ノ浦トンネル）

2. 採用の効果

- 安価な2次元レーザースキャナを使用し、重機を旋回させて計測することで容易に3Dデータの取得が可能となる、汎用性と普及性の高いシステムです。
- GNSSが利用できないトンネル坑内においても、明かり工事と同様にICT施工が可能です。
- 測量手元の作業員や職員がいなくても、即時に3Dデータを取得することができます。
- 重機を旋回させるだけで、従来の測量作業が省略され掘削作業の生産性向上に貢献します。
- 測定距離15m以内の計測で、±50mm以内の高精度計測が可能です。

AI ロックローダ

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

AI 機能付き積み込み機でトンネルのズリ出し作業を省力化

1. 事例概要

山岳トンネルの施工は、①発破、②ズリ出し（積み込み、運搬）③支保工が基本的な施工サイクルとなります。従来はこれらの作業の中で、ズリ出し作業は重ダンプの台数やトンネル内外への運航サイクルの制約から、次工程まで長い時間を要し、それに伴い積み込み機械（ホイールローダやバックホウ）のオペレータの拘束時間も長くなっていました。本機「AI ロックローダ」は、AI 機能搭載のズリ積み込み機です。本機は、発破後に切羽（掘削の最先端箇所）から運搬されたズリを掻き寄せる「掘削ブーム」と機械後方へ直接ズリを排出し、重ダンプなどに積み込みを行う「排土ベルコン」、機械運転席前方に配オペレーターング機器、GPU 盤（AI 自動運転盤）などで構成されます。AI によりズリの掻き込みから積み込みまでの一連の作業がオペレータ不要で可能となり、省力化・省人化を実現しました。

【機器・技術のスペック】

本機の動作システムは、①本体操作を行う手動制御盤、②機械前方の計測を行うセンシング機器、③AI による自動運転を行う GPU 盤（AI 自動運転盤）から構成され、自動レベル 0～2 の組合せで運転されます。機体前部に設置された可視光カメラ、サーマルカメラ、LiDAR から得たデータを組合せ、前方のズリを検出し、AI によるズリの掻き込みと積み込みがオペレータ不要で可能です。

○機械仕様：

全 長：18.5m

全 幅：3.0m

全 高：6.1m

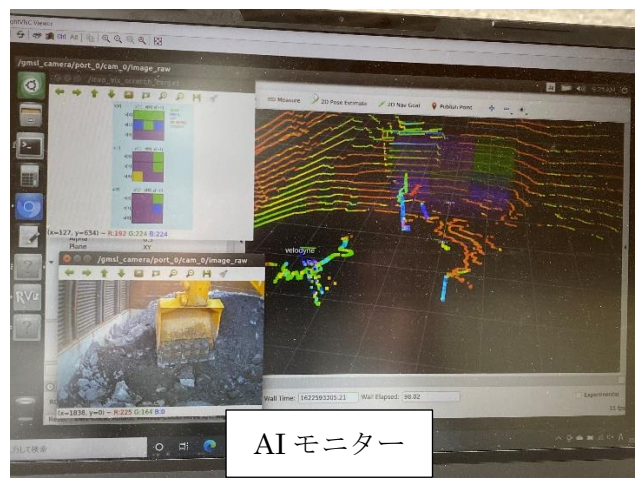
総重量：50t

使用電圧：AC400V

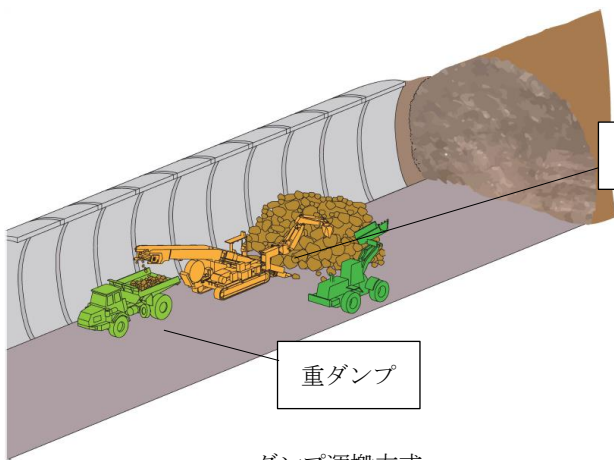




作業状況

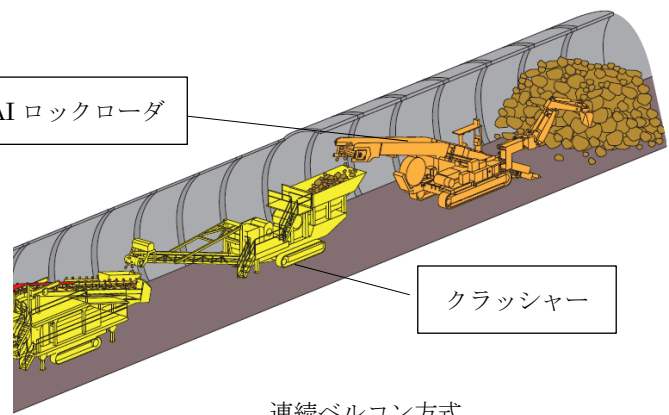


AI モニター



重ダンプ

ダンプ運搬方式



AI ロックローダ

クラッシャー

連続ベルトコン方式

2. 採用の効果

○省力化・省人化

山岳トンネル工事切羽において、従来のズリ出し作業の省人化が可能。

20%の省人化（切羽ズリ出し作業班編成：5人→4人に変更）を実現。

発破後の切羽のズリを迅速に処理することで、切羽作業エリアを早期解放し、速やかに次工程（支保工作業）へ移行できるため、トンネル掘削のサイクルの効率化が可能。

○安全性向上

AI センシングにより人や機械の検知・自動停止が可能。

○運転モード選択可能

AI 運転モード、自動モード、手動モードの3モードが選択可能。

○ズリ出し方式への対応

ダンプ運搬方式と連続ベルトコン方式に対応。施工条件にとらわれない導入が可能。

3. 課題

今後は、トンネル工事への導入をさらに進めるとともに、自動運転の精度の上昇、明かり作業への適用等進めて参ります。

BIM/CIM に対応した盛土自動モデリングシステム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

ICT 盛土締固めの施工データと BIM/CIM モデルとの連携

1. 事例概要

2023 年度より原則 CIM 適用が開始され、BIM/CIM 対応と ICT 活用工事による ICT 施工を併用した工事の対応が求められている中、盛土の締固め管理データを BIM/CIM モデルへ反映させる方法は確立されていない。このような背景を踏まえ、BIM/CIM に対応した盛土モデリングの自動化技術を開発した。技術の概要を以下に示す。

- ・盛土の土工設計モデルを GNSS による盛土の締固め管理に対応した施工管理ブロックへ分割する。
- ・ICT 建機より取得できる log データを属性情報として盛土の BIM/CIM モデルへ自動付与する。
- ・盛土の BIM/CIM モデルに登録された属性データから走行軌跡図、転圧回数色分け図を自動作成する。

【機器・技術のスペック】

① システムの構成

従来の GNSS による盛土締固め管理と BIM/CIM 対応を連携させたシステムを構築した(図-1 参照)。

② 使用ソフト

Civil3D(Autodesk 社製)のアドオンソフトである簡易プログラミングソフト Dynamo(Autodesk 社製)により、盛土 BIM/CIM モデルの分割および属性情報付与作業を自動化。BIM/CIM モデルの土工モデルで利用される dwg(Land=XML)ファイル形式に対応。

2. 採用の効果

① データ連携

盛土締固めに関する ICT 施工データを BIM/CIM モデルに連携させることが可能。

② 自動化プログラムによる作業の省力化

施工段階における盛土の BIM/CIM モデルは、施工者による更新が BIM/CIM 活用ガイドラインに明記されているが、手動では膨大な時間を要する。今回開発した自動化プログラムによりモデル更新、属性情報付与作業の省力化が図れる。また、dwg ファイル上で走行軌跡図、転圧回数色分け図の描画が可能。

3. 課題

- ・盛土量が大きいと大容量の PC スペックが必要。
- ・現場適用の際には適宜プログラムのカスタマイズが必要。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社 不動テトラ 東京本店土木技術室 小林

TEL : 03-5644-8557 (携帯 080-2130-1952)

E-mail : jun.kobayashi@fudotetra.co.jp

黒字 : ICT 施工による盛土締固め管理のフロー(現行) 赤字 : BIM/CIM 対応を考慮して追加導入したフロー

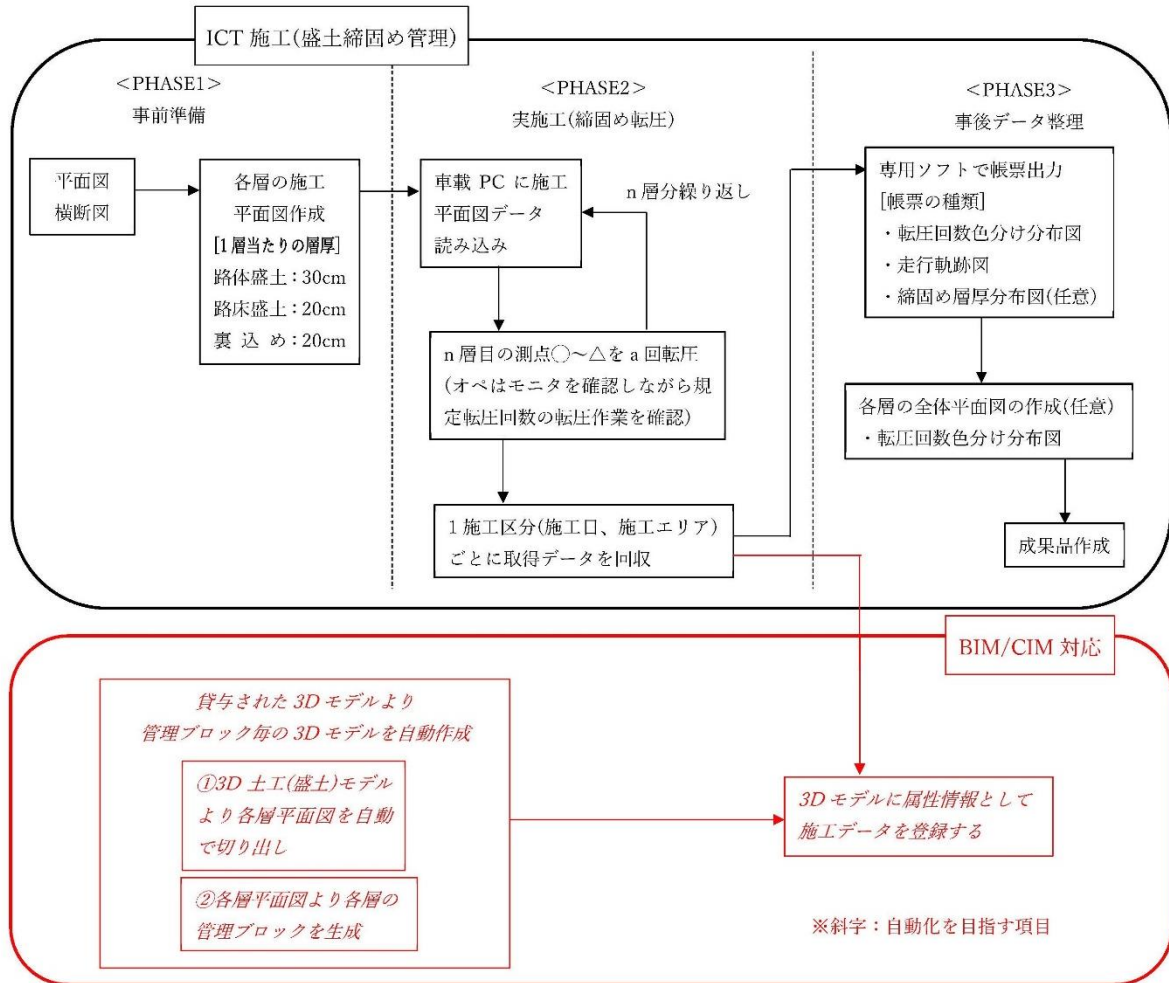


図-1 BIM/CIM 対応を考慮した盛土締固め管理のフロー

② 締固めlogより属性情報を自動で直接付与

盛土締固めの ICT 施工データを BIM/CIM モデルへ反映できるように ①、②の作業を自動化。



① 3Dモデルよりボクセルモデルを自動生成

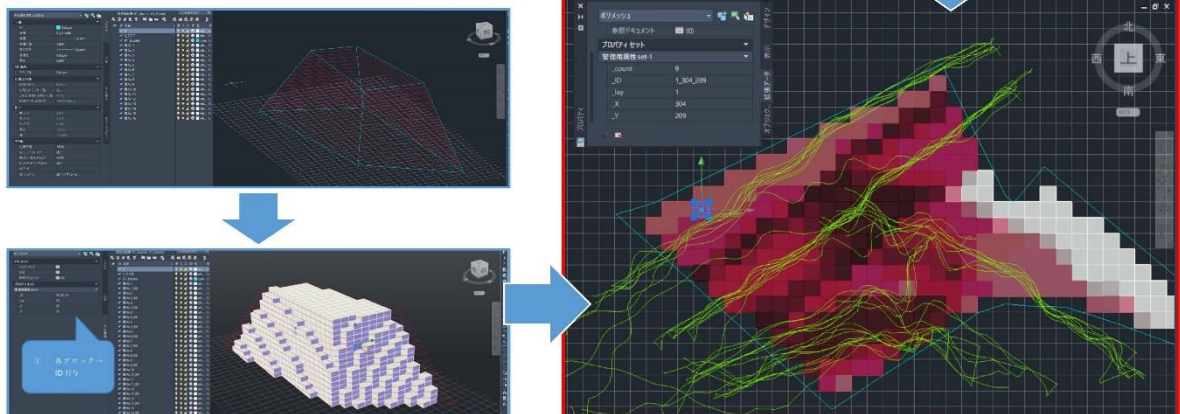


図-2 システムの概要

耐震補強工事における点群データを活用した RC 巻立て工の出来形管理

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

点群データを活用して RC 巻立て厚さを面的に評価

1. 事例概要

高松自動車道 飯野高架橋他 3 橋耐震補強工事において点群データを活用した RC 巻立て工の出来形管理を試行した。試行の概要を下記に示す。

- ・ RC 巻立て後、橋脚柱部の出来形寸法および躯体表面の出来栄え(平坦性)を点群データにより評価。
- ・ 既設橋脚と巻立て後における点群データの差分により、巻立てコンクリートの巻厚を面的に評価。

【機器・技術のスペック】

① 3D 測量

3D 測量に地上型レーザースキャナ ScanStationC10(Leica 社製)を使用。また、Trimble X7(トリンブル社製)を別途使用。Trimble X7 の付属端末により複数の点群データを自動合成でき、構造物全体の外観を確認(図-1 参照)。

② RC 巻立て後における橋脚柱部の出来形管理および躯体表面の平坦性に関する出来栄え評価

点群データの解析に TREND POINT を使用。設計面と点群データによって生成される TIN メッシュとの差分を計算するベクトル差解析機能により、躯体表面の平坦性を評価するヒートマップを作成。

③ RC 巻立て厚さの確認

RC 巻立て前後の 3D 測量により、既設橋脚と RC 巻立て施工後の点群データを取得。TREND POINT により双方の点群データの差分により、任意箇所における巻厚を計測(図-2 参照)。

2. 採用の効果

① 橋脚柱部の出来形寸法管理

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た結果、躯体寸法で最大 5mm、巻厚で 2mm の差が生じたが、出来形管理に点群データを活用できるものとする(表-1 参照)。

② ヒートマップによる橋脚躯体表面の出来栄え・巻厚評価

ヒートマップにより躯体表面の平坦性を確認でき、巻厚を面的に評価することができた(図-3 参照)。

③ その他

3D 測量により出来形測定に関する生産性の向上が図れる(写真-1、表-2 参照)。また、点群データおよび出来形管理データを発注者と共有することで遠隔臨場にも対応が可能。

3. 課題

- ・ RC 巻立て工の施工数量が少ないと生産性向上の効果が小さい。
- ・ 3D 測量を行うためには足場の撤去を先行する必要がある。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

株式会社 不動テトラ 東京本店土木技術室 小林

TEL : 03-5644-8557 (携帯 080-2130-1952)

E-mail : jun.kobayashi@fudotetra.co.jp



図-1 取得した点群データの確認状況

表-1 RC 巻立ての出来形管理の結果

柱部	設計値 [m]	現場での測定値	点群データの計測値
高さ h	7.731	7.725(-6)	7.720(-11)
幅(短辺方向)B ₁	1.300	1.310(+10)	1.312(+12)
幅(長辺方向)B ₂	2.500	2.510(+10)	2.514(+14)
巻立て厚 t	0.250	256(+6)	0.254(+4)

表中の () 内は設計値との差[mm]を示す。

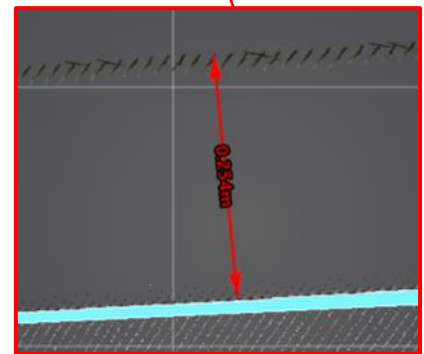
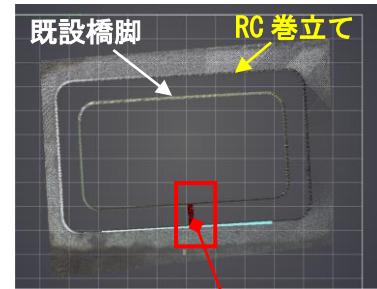


図-2 点群データによる巻厚計測

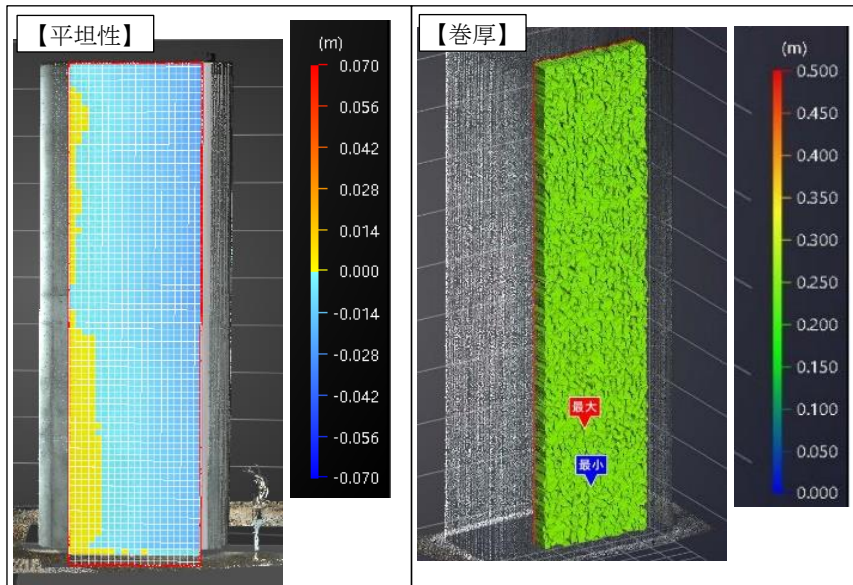


図-3 躯体表面の平坦性および巻厚のヒートマップ



【従来の方法】



【3D 測量】

写真-1 出来形測定状況

表-2 点群データを利用した出来形管理の省人化に対する効果(試算)

	橋脚 1 基当たり		今回施工数 57 基当たり		生産性向上の効果
	従来方法	点群データ	従来方法	点群データ	
出来形測量	2 人	1 人	114 人	14 人	12.2% (14/114×100)
帳票作成	30min	10min	1710min	140min	8.2%(140/1710×100)

消波ブロックのリアルタイム据付シミュレーションシステム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

消波ブロックの据付位置誘導を VR で体験！

1. 事例概要

消波ブロックの据付では、消波工の性能を長期にわたり維持するため、周囲のブロックとの噛み合わせを十分に確保することが要求される。従来は、熟練工がブロックの状態を把握しながらブロック同士の噛み合わせを確保できるよう据付を行っているが、近年の建設現場における高齢化に伴い、ブロックの据付現場においても熟練工が減少している。

本システムは、従来の熟練工が行っていたブロック配置を設計段階でシミュレートできるもので、VR 機能やゲームパッドを使用することで、実施工で行われているクレーン操作の疑似操作によるブロックの誘導・据付作業をシミュレーション上で再現できる（図 1）。また、多方向からシミュレーション状況の確認もできるため、関係者間で作業手順や施工方法の合意形成がスムーズに行える。

本システムは、港湾施設の設計や ICT 施工の案件で採用されている。

【機器・技術のスペック】

本システムは、ブロックの据付を「リアルタイム」かつ「インタラクティブ」にシミュレーションできるもので、パソコンとゲームパッド（図 2）の他に、VR ヘッドセット・コントローラー（図 3）を備えることもできる。本システムの機能は以下の通りである。

- 1) シミュレーションのディスプレイ表示、ブロックの 3D データ読み込み・書き出し機能。
- 2) 3D 測量データを用いて、既設消波工をシミュレーション上に再現することが可能（図 4）。
- 3) ブロックの吊上げ姿勢選択機能（図 5）。
- 4) ゲームパッドを使用して、クレーン操作によるブロック誘導と同じ状況を再現可能。
- 5) VR ヘッドセット・コントローラーによるブロックの位置誘導が可能。

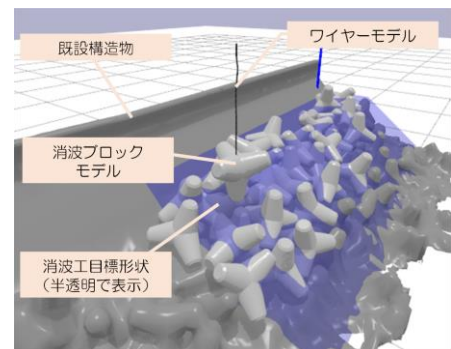


図 1 据付シミュレーション

2. 採用の効果

① 品質

シミュレーションされたブロックの3D配置データを用いてICT施工を実施し、完成から数年経過したが、台風による高波等で消波工（消波ブロック）が大きく変状（沈下・散乱）している状況は確認されていない。

② 安全性向上効果

熟練の潜水士による事前のブロック位置出し作業や水中部誘導が不要になったことで、目標位置へのブロック誘導時間が約1/5に短縮した。

③ 労働時間短縮

従来はブロックの模型を用いてブロックの積み重ね検討や施工検討を行っていたが、本システムによりブロック模型の製作期間等が不要となり、従来よりも約50%作業時間が短縮された。

④ PR効果

・学会や国土交通省等が主催するイベントでの技術発表や、こども向けイベント等での体験会を通じて、消波ブロックや建設産業等のイメージアップに努めている。

・第7回「インフラメンテナンス大賞」にて本システムを含めた維持管理技術が「優秀賞」を受賞した。

3. 課題

現段階では販売、レンタルは行っていないため、案件ごとの個別対応となる。

【本システムに関する問い合わせ】

株式会社不動テトラ ブロック環境事業本部技術部

TEL : 03-5644-8585

E-mail : block_info@fudotetra.co.jp



図2 本システム機器（ゲームパッド仕様）



図3 VR機器による操作

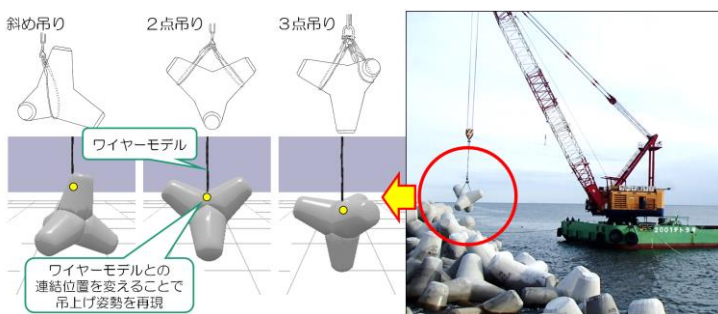


図4 ブロックの吊上げ姿勢選択機能

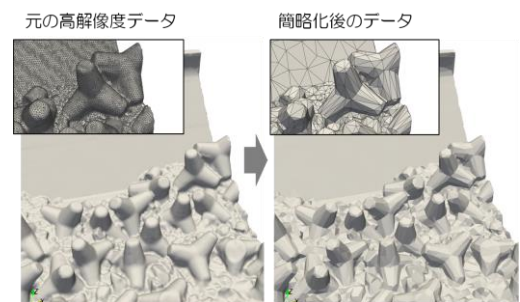


図5 既設消波工の再現

BIM/CIM 業務の効率化パッケージ「FUTEOS-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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

地盤改良工事の BIM/CIM 業務を省力化

1. 事例概要

「FUTEOS-CIM (フテオス・シム)」は、複数のシステムがワンストップで連携したソリューションで、地盤改良に関する BIM/CIM 業務の大幅な効率化を実現したものである。

従来の地盤改良の CIM では、場合によっては数千本にもなる地盤改良杭の膨大な施工データの統合や CIM モデルへのデータ入力の手作業が必要であった。本ソリューションでは従来の位置誘導や施工管理システムと新たに開発した CIM 作業支援の各システム (ToolPileX) が連携することで、施工データの自動取得と、CIM モデルの瞬時作成を可能とした。図-1 は従来の ICT 地盤改良機システムと新たに追加した CIM 作業支援システムのワンストップ化による作業効率化のイメージを示す。図-2 は実際の新設道路の地盤改良工事 (サンドコンパクションパイル (SCP) 工法) における CIM モデル作成の事例である。同図では施工途中段階における施工済の改良杭 (施工データ付与) と未施工杭 (設計データ付与) を表示している。FUTEOS-CIM では施工データの一括出力と CIM モデルの作成を瞬時にできるので、施工中でも工事進捗管理などニーズに応じた CIM の活用を効率的に行うことが出来た。

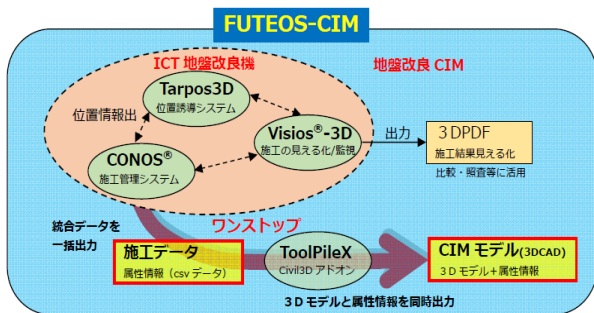


図-1 CIM 作業のワンストップ化

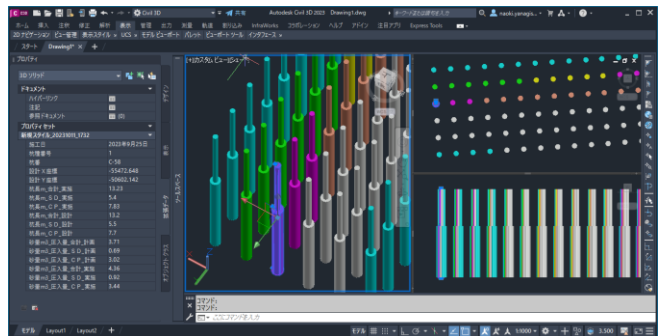


図-2 瞬時に作成された CIM モデル (SCP 工法)

【機器・技術のスペック】

- ・位置誘導システム：Tarpos 3D (NETIS：KTK-200015-A)
- ・地盤改良施工管理システム：CONOS
- ・地盤改良の見える化システム：Visios-3D (NETIS：KK-190005-VR)
- ・CIMモデル作成：AUTODESK Civil3D, ToolPileX (Civil3D用アドオンソフト)

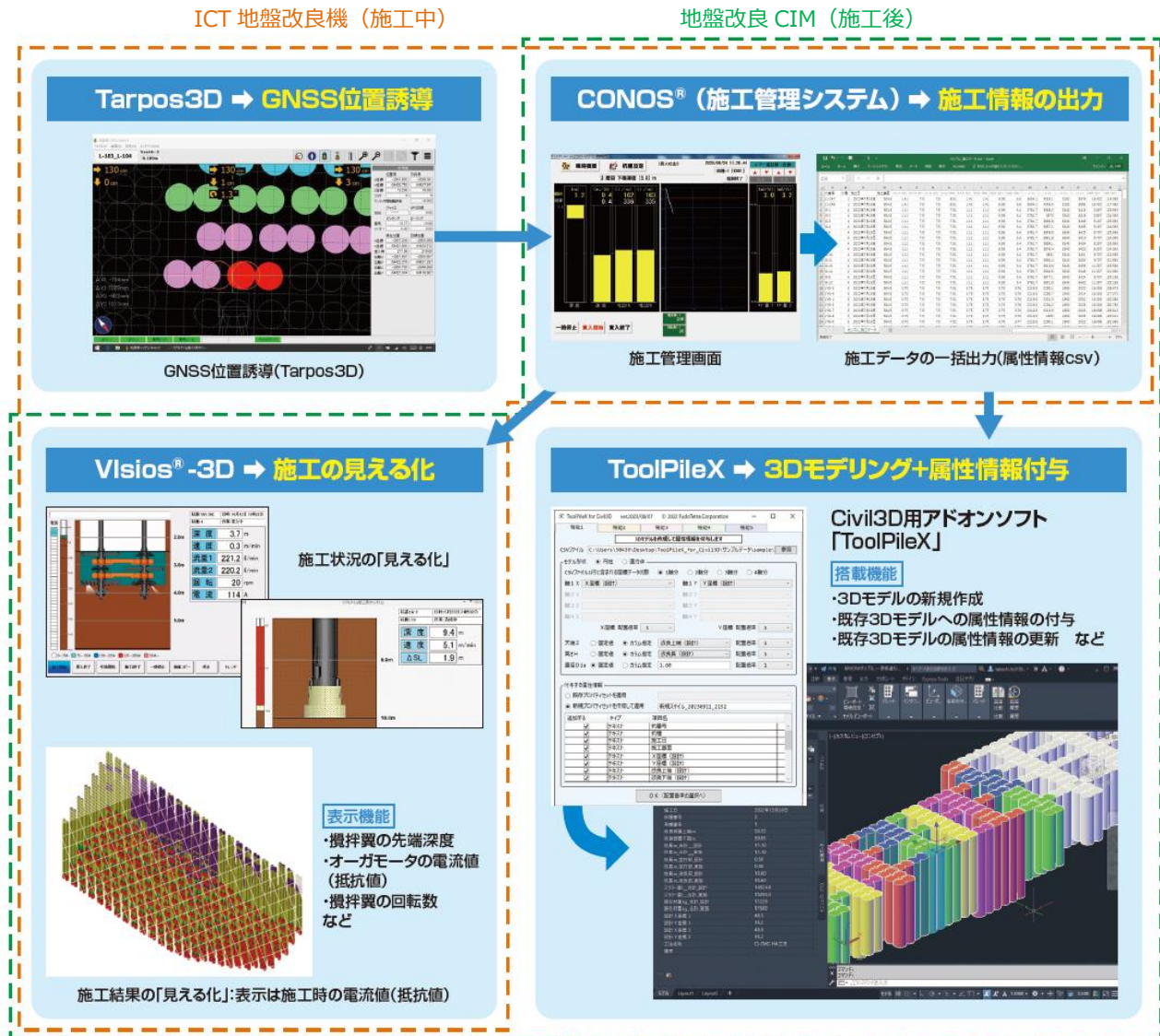


図-3 FUTEOS-CIM のシステム構成

2. 採用の効果

FUTEOS-CIMの施工結果ファイル(Csv形式)には杭の施工日や杭番、座標情報、杭長、材料使用量など100種類以上ある項目から選ばれた現場毎に必要な情報が保存されており、これをCivil3D用アドオンソフトToolPileXで読み込むことで各情報が付与された地盤改良杭のCIMモデルを一括で作成できる。ToolPileXはSCP工法や深層混合処理工法などの円柱形状はもちろん、表層混合処理工法の直方体形状にも対応しているため、様々な工種で使用することができる。座標情報のファイルさえあれば、施工前からCIMモデルが作成できるため、地中埋設物との干渉チェックや支持層との位置関係など事前の設計に活用することも可能である。

作業時間の面では、施工データの整理や3DCADでの属性情報入力時間が従来比で90%短縮され、大幅な効率化を実現した。

深層混合処理工法の自動化施工「GeoPilot-AutoPile」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

施工操作の簡素化により、オペレータの省力化、教育期間の短縮を実現

1. 事例概要

本技術は、地盤改良工法の内、深層混合処理工法の自動打設を可能にしたものである。開発者は長年培ってきた地盤改良技術に日々進化する ICT を融合することで、より省力化、より安全に寄与し、現場運営の効率化と生産性を向上させるべく、「GeoPilot-AutoPile」を開発した。

深層混合処理工法の施工エリアは、セメントスラリーを作液するスラリープラント及びそれを送り出すポンプが設置されたプラントヤードと、地盤改良位置で混合攪拌を行う施工機エリアからなる。開発された「GeoPilot-AutoPile」は、施工機とプラントヤードを無線通信でつなぎ、プラントの状況を施工機本体に搭載したコントロールユニットが受信するとともに、改良地盤の深度によって刻々と変化する施工機の状態に応じて、適切な動作を各機材に発信するシステムである。これにより従来の施工でオペレータが管理計器に表示される情報を確認しながら手動で行っていた操作を、コントロールユニットが、スラリー流量や貫入・引抜速度などを制御することで自動打設が可能となった。

【機器・技術のスペック】

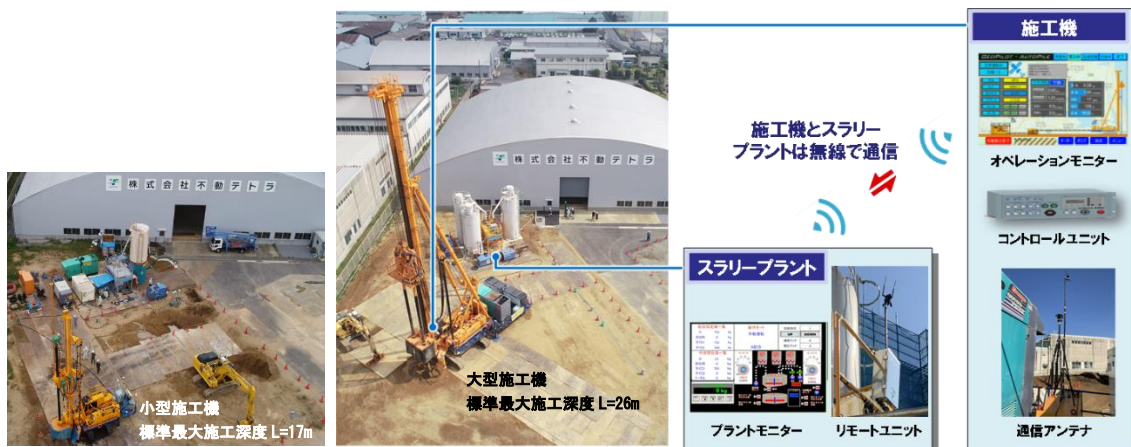


図-1 自動打設システム概要図

2. 採用の効果

<GeoPilot-AutoPile 活用によって得られる効果>

生産性として、従来施工の場合と「GeoPilot-AutoPile」の自動打設では同等の処理能力を確保している。作業環境として、オペレータが操作席に座りながら離れたプラントの状況を把握することができ、視覚的にも把握しやすい。また、長時間の緊張を強いる作業から解放され、労力が軽減される。担い手として、複雑な打設作業の省力化による地盤改良工事の習熟期間を約 1/3 に短縮可能とした。安全性としては、自動施工による適切な制御によりワイヤウインチの乱巻きなど危険な状態を未然に防止できるとともに、労力が軽減されたオペレータが周辺環境への注意を払うことができる。地球環境として、人為ミスによる材料ロスを防ぐことにより負荷低減につながる。

<実施工における事例>

実施工の事例より、「GeoPilot-AutoPile」の効果を以下に示す。本工事は茨城県潮来市における道路建設現場での深層混合処理工法の施工である（写真-1）。手動打設と GeoPilot-AutoPile の自動打設の比較を、隣接する改良杭で実施した（図-2）。その結果、自動打設でも規定の造成速度で安定した施工が可能であることが確認された。また、手動打設では貫入長が 0.5m 長く、貫入時間も 2 分ほど長くなったが、施工能率は従来と同等であった。

改良材スラリーの吐出量の比較では、両者とも設定基準値を満足し、スラリープラントとグラウトポンプの自動制御が適切に機能していることが確認された（表-1）。また、使用ロス率も基準値（1.1 以内）を満たしていた。

改良後の掘り起こし試験では、良好な改良体が造成されていることが確認され（写真-2）、GeoPilot-AutoPile の自動打設が経験年数に関係なく安定した施工品質を提供できることが示された。



写真-1 施工状況

表-1 スラリー吐出量の比較

操作方法	手動打設 (L)	自動打設 (L)
基準値	6,463.0	6,245.0
No.1	6,851.1	6,845.3
No.2	6,916.5	6,818.9
使用率	1.07	1.09

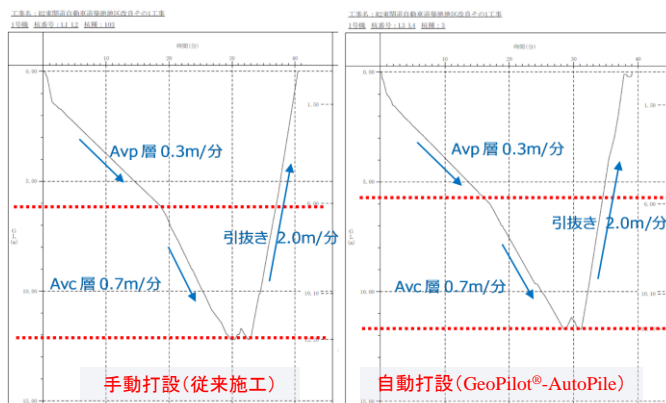


図-2 手動打設と GeoPilot-AutoPile の自動打設の比較



写真-2 自動打設による改良杭の掘り起こし状況

消波ブロック据付工事の DX 化による生産性と安全性の向上

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

港湾工事における消波ブロックの据付(写真 1)は波浪や水中の濁りの影響を受けやすいため、潜水士の誘導に頼る従来手法では施工効率と安全性確保の双方に課題があった。本事例では消波ブロックの据付プロセスに以下のデジタルツールを活用することで、これら課題の改善を図った。

- ① 据付シミュレーションシステム：当システムは消波ブロックの配置検討を PC 上の 3 次元モデルで実現するものである。今回は約 400 個の消波ブロックの据付に対するシミュレーションを実施し、据付位置の決定と位置座標の取得を効率良く行った (図 1)。
- ② クレーン作業支援システム：当システムはクレーン操作者が GNSS と連動して AR (拡張現実) 画面に表示される据付位置やブロックの姿勢を確認しながら据付作業を行うものである。施工時には①のシステムでシミュレーションした、各ブロックの位置座標データを元に表示される据付位置に誘導した (図 2)。これにより、潜水士による事前測量や据付指示などの潜水作業を削減した。
- ③ リアルタイム 3D ソナー：当ソナーは水中の状況をリアルタイム 3D 映像として得ることができるものである (図 3)。施工時には水中の据付状況確認と施工後の進捗確認用データ取得に当ソナーを使用した。これにより、手戻りの防止や作業効率の向上に寄与した。
- ④ 情報共有システム：施工時にはあらゆる ICT データを一元的に管理するために情報共有システムを導入した。当システムには起重機船の位置情報をリアルタイムに反映するとともに、船上カメラの映像を統合した (図 4)。また、据付完了後には水上部を UAV、水中部を ROV による写真測量から据付形状を 3 次元モデル化した (図 5)。これらにより、関係者間での合意形成の迅速化を実現した。

【機器・技術のスペック】

- ・据付シミュレーションシステム：消波工モデリングシステム (NETIS : KTK-200003-A)
- ・クレーン作業支援システム：AR ブロックナビ (KTK-230002-A)
- ・リアルタイム 3D ソナー：Echoscope
- ・情報共有システム：KOLC+ (NETIS : KT-220179-VE)

2. 採用の効果

- ① 工期短縮（施工検討）：据付シミュレーションシステムの活用により、模型を使用した消波ブロックの配置検討と比較して、検討期間を約 40%削減した。
- ② 工期短縮（据付時間）：潜水士による据付位置誘導と比較して、据付時間を約 20%削減した。
- ③ 安全性向上：潜水士による据付指示作業を約 90%削減したことで、潜水災害のリスクが低減した。
- ④ 普及効果：熟練潜水士の経験に依存していた水中据付作業をデジタル技術で可視化、定量化した。また、経験の浅いクレーン操作者でもブロック同士のかみ合わせが良い高品質な施工を可能とした。この結果、担い手不足が深刻な港湾工事において「技能の平準化」を実現した。
- ⑤ 労働時間短縮：船上カメラの映像と起重機船位置情報およびデータの統合管理により、現場に赴くことなく正確な施工進捗の把握が可能となり、監督業務の効率化と移動時間の削減に寄与した。
- ⑥ PR 効果：据付シミュレーションや AR および 3D ソナーなど最新技術を活用した本事例は、建設業のイメージ改善（担い手不足への対応、働き方改革）といった PR 効果がある。

3. 課題

- ・水面付近において生じるデータ不連続を解消した 3 次元出来形モデルの作成



写真1 消波ブロック据付状況

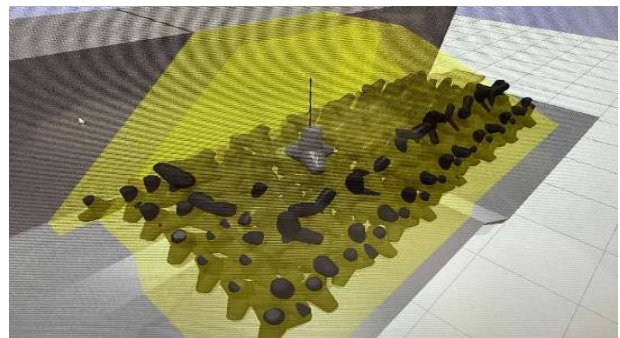


図1 据付シミュレーション

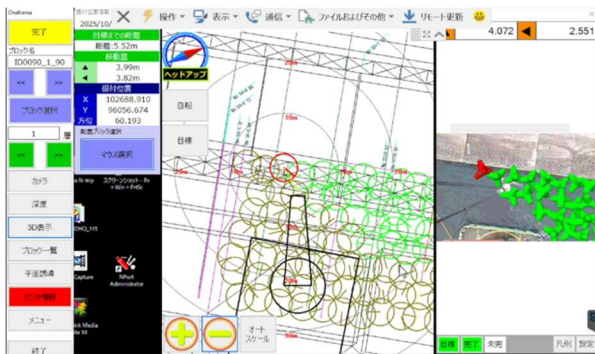


図2 クレーン作業支援システム (右側:AR画面)

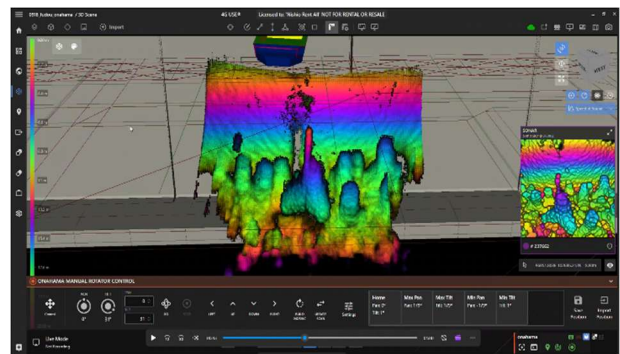


図3 リアルタイム 3D ソナー

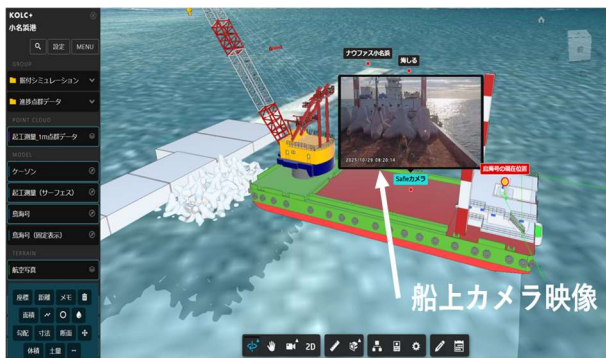


図4 情報共有システム



図5 据付形状の3次元モデル化

パイプライン敷設工事における3次元モデル導入

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

3次元モデル導入による施工管理の省力化

1. 事例概要

本事例は、ポンプ浚渫した土砂を新土砂処分場まで送るための排砂管設置工事において3次元モデルを活用し、施工管理の省力化を図ったものである。

既設護岸背後の消波ブロックが乱積みされた場所に受台を設置し、その後排砂管を敷設する計画であった。排砂管と消波ブロックとの干渉を回避するために排砂管の縦断線形を高く計画すると、完成後に海岸利用者の散策時に排砂管で日本海の景色が見通せなくなり景観が損なわれる。また、排砂管の縦断線形を低く計画すると、消波ブロックに排砂管が干渉し、大量の消波ブロック撤去が必要になり、工程が遅延するとともに工事費が増大する。そのため、現地地形を踏まえた最適な縦断・平面線形を計画する必要があった。

従来方法では、事前に受台設置箇所で現地測量を行い、排砂管の実物大の模型を用いて受台設置断面毎において排砂管と消波ブロックの干渉の有無を確認し、排砂管の縦断・平面線形を修正・再確認を複数回繰り返したうえで排砂管の縦断・平面線形を決定していた。その場合、受台を設置する箇所は140～160箇所及び、各断面における横断測量の作図作業は、膨大な作業量であった。そのため、排砂管の縦断・平面線形の検討作業の省力化及び迅速化を図るため、以下に示す手順で3次元モデルを活用することとした。

(1) 3次元起工測量

消波ブロックや既設護岸の死角部分を極力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次元起工測量を実施した（図-1参照）。その結果、地盤や消波ブロックかみ合わせ状況を3次元モデルで再現することができた。



図-1 取得点群データ

(2) 排砂管及び受台の配置計画

3次元起工測量により取得した消波ブロック及び既設護岸の点群データと、発注図をもとにした3次元モデル(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)。その結果、当初計画では27箇所で干渉することが判明したが、縦断・平面線形を数回修正することにより、最終的には6箇所まで干渉箇所数を低減することができた。

なお、干渉チェック結果は干渉箇所の位置情報を持っていることから、そのまま発注者との協議資料に活用することができ、資料作成の効率化にもつながった。

【機器・技術のスペック】

Software Autodesk 社製

Civil3D, Navisworks

Hardware PC

HighSpecPC

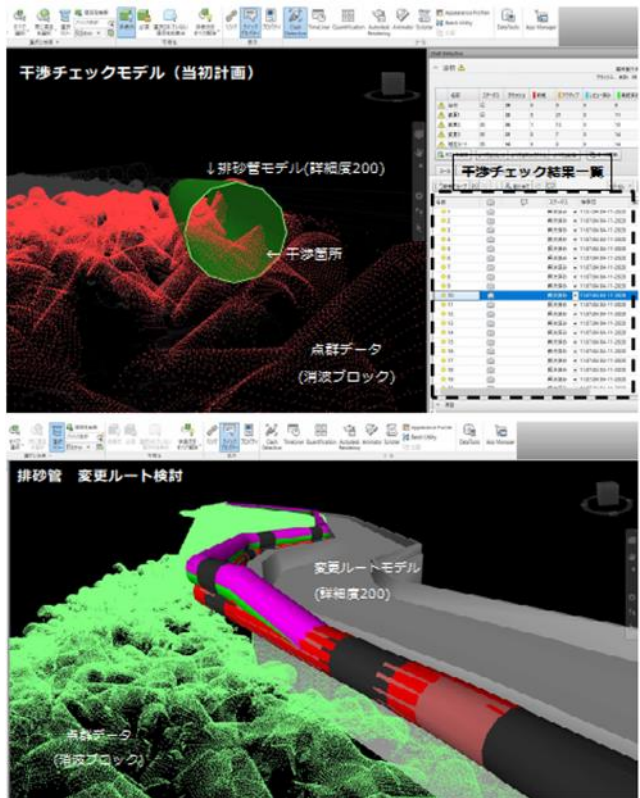


図-2 干渉チェック・ルート検討

2. 採用の効果

従来方法と本事例実績を比較した3次元モデル導入効果(3次元起工測量を含む)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および作業人員については3次元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%、作業人員で約70%の省力化となった。3次元モデル作成のための機器(高性能パソコン、3次元モデル関連ソフト)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

- ・ 3次元モデル操作技術の向上
- ・ 技術者育成の継続

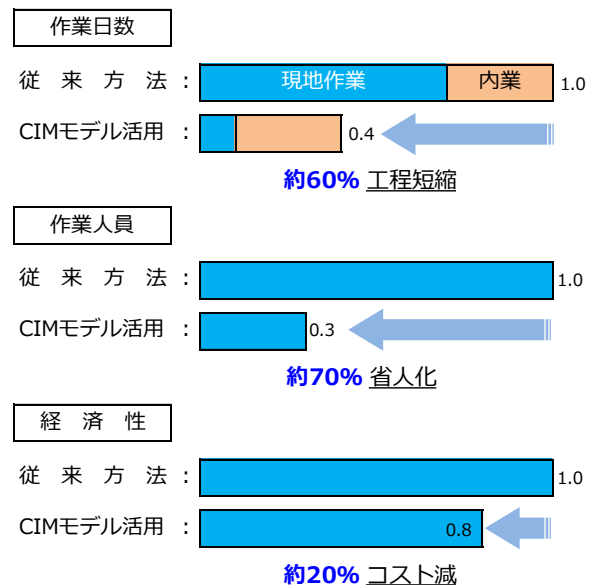


図-3 導入効果

AR（拡張現実）システム

取り組み事例分類	3D 測量	JAV	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

現実空間への3次元モデルの可視化

1. 事例概要

本事例は、パイプラインを設置する工事において完成イメージや施工時の安全対策、既設構造物との取り合いなどを関係者間で早期に共有するために AR（拡張現実）技術を導入し、生産性や安全性の向上を図ったものである。

これまで工事関係者は完成イメージを2次元図面や現地の丁張などで確認していたが、経験や熟練度により理解度に差が生じ、作業効率に影響を及ぼすこともあった。そこで、当社は現実空間に視覚情報（3次元データ）を重ねて表示することができる高精度屋外 AR システム「サイトビジョン」を導入した。サイトビジョンは、RTK-GNSS 測位方式により位置情報を取得し、スマートフォンのカメラでとらえた現実空間と3次元データをスマートフォンの画面越しに正確な位置に可視化することができる技術である（図-1 参照）。

(1) 出来上がり全体イメージの確認

3次元モデルを現地に表示させ、任意の位置からモデルを確認することができ、構造物の現地との取り合いや構成を容易に確認することができた。手元の操作で表示レイヤの選択や3次元モデルの透過表示（図-2 参照）、任意の位置での断面表示（図-3 参照）ができ、状況に応じて最適な表示が可能であった。



図-1 サイトビジョン



図-2 3次元モデル表示(上)、透過表示(下)

また、画面内のオブジェクトをタップすることで、オブジェクトの属性情報を表示させることができるので、施工時に仕様の確認や部材の取り違えを防止することができた。

(2) 特定部の確認

地下埋設物の近接作業を行う場合、事前に試掘を行い埋設物の位置や深度を確認し3次元モデルを作成する。掘削時には埋設管を現実空間に重ねて表示することで、常に埋設物の全体像や深度を同時に視認することができ(図-4参照)、埋設物位置の誤認や確認忘れ等のヒューマンエラーを防止することができた。

(3) 施工計画の検討補助

計画段階から2次元図面だけでなく、3次元モデルを現地に表示することで、構築する構造物の規模や位置関係を詳細に把握することができ、多角的な視点から作業計画検討(施工手順・重機配置の検討など)や施工状況・安全等の把握が可能になった。前段階で高度な検討が行えるため、作業の前倒しや後工程の作業負担軽減につながった。

(4) 2次元図面の理解補助

使用する部材の種類や配置間隔など複雑な施工パターンがある作業において、従来の2次元図面(正面展開図、標準断面図)だけで施工を行う場合、理解度・熟練度により施工速度が大きく左右していたが、現地に施工パターンを表示することで作業従事者が各自作業内容を理解して能動的に動け、作業効率が大幅に向上した。

【機器・技術のスペック】(株)ニコン・トリブル社の Trimble SiteVision (サイトビジョン)

2. 採用の効果

- ① 現地に3次元モデルを表示することで、関係者間で完成イメージ共有が容易になる。また、情報の追加・修正・変更などが発生した場合も最新情報の共有が容易になり、関係者間で迅速に対応することが可能になる。
- ② 計画段階で集中的に検討・照査を行うことで、施工中に起こりうる仕様変更や手戻りを未然に防ぐ効果がある。
- ③ 作業従事者への作業内容の指示もスムーズに行え、管理者が現場に張り付きで指示する必要がなく、作業従事者が各自作業内容を理解して能動的に動け、作業効率が向上する。

3. 課題

- ・屋内など、高精度のGNSSアンテナが受信できない環境における使用

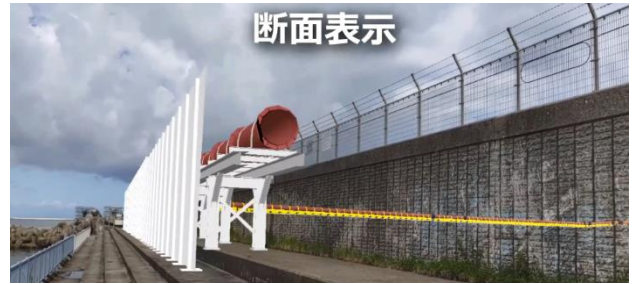


図-3 3次元モデルの断面表示

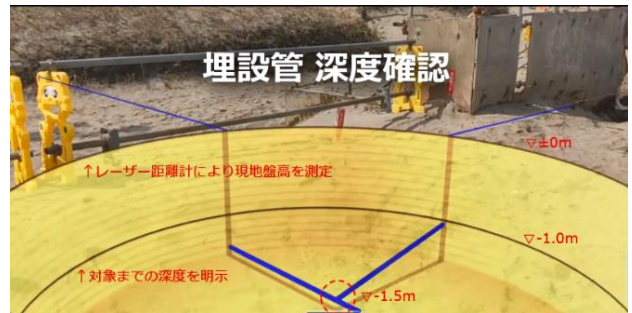


図-4 埋設管の表示(青線)

施工データの連携及び自動集約・分析を取り入れた ICT 施工

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

ICT 施工 Stage II への取組み

1. 事例概要

i-Construction の取組以降、3次元データの活用や ICT 建設機械による施工等、デジタル技術の活用が一般化し、建設現場における生産性向上は一定の効果が確認されている。

しかし従来の ICT 施工は、現地測量を UAV やレーザースキャナ等で効率的に計測を行うことや、3次元設計データと ICT 建設機械を用いて土工等を効率的に施工することを主体とし、作業単体レベルの生産性向上効果に留まっていた。

本事例は、東関東自動車道と潮来バイパス並走区間の道路土工、補強土壁工及び軽量盛土工を施工する工事において、部分的な作業を対象とした従来の ICT 施工から、データ連携のオートメーション化で一段階進化させた ICT 施工により、施工全体の生産性向上を図ったものである。

【機器・技術のスペック】

本事例は以下に示す2つの技術を連携させ、施工データの連携及びデータの自動集約・分析を行うことで生産性向上を図った。

①荷重判定装置 LOADRITE（ロードライト）：サイテックジャパン株式会社

バックホウによる積込作業時に、バケット内の重量を判定する技術。従来は重機オペレータの目視判断により対応していたが、本技術の活用により、運搬車両への積載重量を操縦席内の専用モニターでバケット1杯毎の重量を確認しながらの積込作業が可能となり、施工性の向上、適正な積載重量での運搬が図れる。

②ダンプ運行管理ソリューション Solution Linkage Mobile：日立建機株式会社

モバイル端末等を活用した施工現場の施工管理支援システム。従来は、別々で管理する必要があった建設機械やダンプトラックの稼働日報をクラウド上で一元管理することが可能。



図1 荷重判定装置とダンブ運行管理ソリューションの連携イメージ図

2. 採用の効果

① 施工段取りの最適化

車載専用 GNSS 端末から発信される位置情報により、リアルタイムにダンブトラックの位置が確認でき、不要な待機時間を生じさせず、重機オペレータの施工段取りの最適化に有効であった。

② 施工全体のボトルネックの把握や改善の検討

自動集約される重機・ダンブトラックの稼働時間は、各データ自動で見える化(グラフ化)され、作業全体のボトルネックの把握や改善方法の検討、進捗状況の把握が効率的に行えた。

③ 進捗管理把握による予実管理

荷重判定装置との連携で、ダンブ 1 台毎の実積載重量(=実積載土量)がクラウド上での自動集計が可能となり、リアルタイムで実施運搬土量の把握が可能となった。

従来は日報等を整理して行われる予実管理であったが、作業の途中段階でもリアルタイムに進捗や計画とのズレを把握することができ、ダンブトラック台数の調達や積込機械の追加等、迅速なフォローアップができた。

④ 日々の書類整理業務を削減

ICT 建機やダンブトラックの施工データがクラウド上で自動集約、見える化されることから、日報等の書類整理業務を削減 (1 時間/日) できた。

3. 課題

現状、集約・整理・見える化された施工データの分析や改善方法の検討は、現場担当職員が行う必要があり、判断は現場技術者の経験に左右される。

経験の浅い若年技術者でも、迅速に最適な判断を行えるように、AI 技術等で施工データの分析や改善方法の検討をサポートすることが可能となれば、更なる生産性向上が期待できる。

機械式基礎捨石均しにおける施工履歴データを用いた出来形管理

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 事例概要

国土交通省は、ICT 建設機械による施工履歴データを用いた出来形管理を推進しており、陸上分野では「土工」、「河川浚渫工」などで基準類が整備され、港湾分野でも 2024 年度より「海上地盤改良工」、「基礎工」での運用が開始されている。

施工履歴データは、施工中の作業装置位置を GNSS やセンサー、トータルステーション (TS) 等によりリアルタイムに計測・記録するもので、このデータを活用することで容易に出来形の面的把握や数量算出が可能となり、従来の人力による直接計測が不要となる。また、施工と同時にデータが記録されるため、施工直後に結果を確認でき、速やかに次工程への移行が可能となる。

本事例は、新潟空港沖の航路泊地付帯施設築造工事における基礎工の施工において、施工時の自動追尾式 TS により記録された施工履歴データを出来形管理に活用し、施工および出来形管理の効率化を図ったものである。

【機器・技術のスペック】

機械式（重錘式）均し機による施工は、起重機船で吊り下げた重錘をクレーン操作で自由落下させ、基礎捨石天端を締固めて所定の高さに均す方法である（図 1）。

防波堤上などの陸上に設置した自動追尾式 TS と重錘のシャフト部に設けた全周型プリズムを組み合わせることで、転圧時の重錘底面の 3 次元座標（施工履歴データ）がリアルタイムに取得可能である。

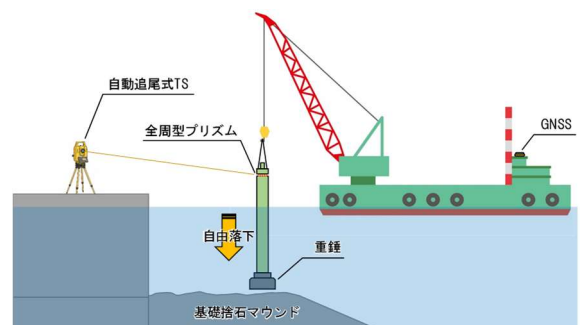


図 1 施工方法

本事例で使用する使用機器及びソフトウェアを表1に示す。

表1 使用機器およびソフトウェア

施工管理システム使用機器				使用ソフトウェア	
使用機器		台数	備考		
GNSSアンテナ	A52	1		点群処理ソフトウェア	TREND-POINT
GNSS受信機	R330	2		3次元設計データ作成ソフトウェア	Civil 3D
	MG10S	2	GNSS受信機予備	出来形帳票作成ソフトウェア	TREND-POINT (Microsoft Excel併用)
通信用ルーター	UD-LT2	1		出来高算出ソフトウェア	TREND-POINT
トータルステーション	SX101T	1	自動追尾式国土地理院登録1級		

2. 採用の効果

①出来形計測の省力化

レベルや水中水準器、スチールテープによる従来方法の出来形計測が不要になるため、出来形管理の省力化が図れる。また、施工中に随時出来形の把握が可能のため、従来の出来形計測後の手直しや手戻りを排除できる。

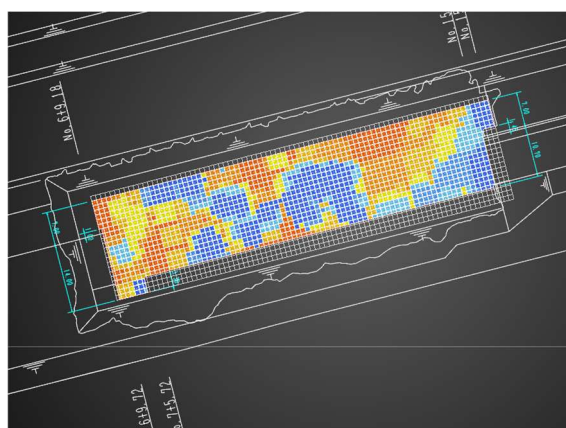


図2 出来形調書例

②出来形調書作成作業の効率化

施工履歴データおよび点群処理ソフトウェアを活用することにより、効率的かつ短時間で出来形書類・帳票を作成できる(図2)。

表2 従来手法との比較

③発注者検査の簡素化

施工履歴データの活用による出来形管理を採用した場合、現地での施工状況検査を机上検査に替えることができる。

項目	従来手法	施工履歴データ活用	増減
出来形計測	2日	0日(不要)	-2日
出来形調書の作成	2日	1日	-1日
発注者検査	1日	0日(机上検査)	-1日
合計	5日	1日	-4日

本事例の施工履歴データを活用した出来形管理方法と従来の出来形管理を比較した結果を表2に示す。施工面積にもよるが、従来は施工完了後に潜水作業を伴う水中水準器、スチールテープによる計測に2日、出来形調書の作成に2日、発注者検査に1日と、施工完了から次工程に進むまでにおおむね5日を要していた。

本手法では、出来形計測および発注者検査が不要(机上検査)となり、出来形調書の作成も約1日(実作業時間約5時間)で作成することができるため、従来比で約4日の工程短縮が可能となった。

3. 課題

本事例で用いた機械式均し機は、捨石マウンド天端での施工向けであり、法面均しには適用できない。

危険予知システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

危険を未然に察知。安全管理の高度化に繋がる AI の活用

1. 事例概要

建設業における労働災害発生件数は長年に渡り減少傾向にあるが、休業4日以上死傷者数は近年増加傾向にあり、KY活動やヒヤリハット活動を確実に実施する必要がある。現状の課題として、KY活動の際の安全指示事項が熟練者の過去の経験に基づいて行われているため、安全指示事項がマンネリ化してしまうことがある。さらに、作業員へは口頭のみでの指示が中心となり、未経験者にとっては起こりうる危険を十分にイメージできず、具体的な安全行動に移せないことが見受けられる。

本技術は、安全管理の高度化や業務改善を目的とし、自社に蓄積されている災害事例および辞書データを事前に取り込むことで、自然言語処理AIにより過去の災害データに基づいて起こりうる危険要因や対策を選定できるクラウドシステムである。タブレットやPCを用いて図-1のように災害事例を検索し、当日に合わせた災害事例を作業者に共有することで精度の高い危険予知活動の取組やリスクアセスメントに活用することが出来る。



図-1 SpectA KY-Tool トップ画面

さらに、帳票作成機能により KY シートを作成できる（図-2）。予想される危険を記入する際には作業内容のキーワードをヒントに AI で提示されるため、自身の予想していなかったリスクに気づくこともできる。また、電子帳票のため KY 活動に参加していなかった職員も遠隔から KY の項目を確認することが可能。

【機器・技術のスペック】

アプリケーション：SpectA KY-Tool

アプリ用デバイス：タブレットまたはスマートフォン、PC

※前田建設では、本システムと自社開発の工事安全打合せシステム（TPMm）を連携することでマンネリ防止による安全意識の向上および帳票作成の時短に取り組んでいる。



図-2 帳票作成イメージ

2. 採用の効果

本システムを KY 活動時に導入することで、安全意識の向上に繋がることを確認した。これまでの KY 活動に加え、SpectA KY-Tool で検索した災害事例のイラストを共有しながら KY 活動を行うことで作業員の宣言に変化が見られた。一例として「溶接時に、火傷をする恐れがあるため、保護具を着用する」という抽象的な表現から、「溶接時に、鉄筋に触り感電する恐れがあるため、電気を通しにくい保護具を着用する」という具体的な宣言に変化しており、本システムの導入により作業に潜む危険をイラスト等でわかりやすく認識できたこと

で、より安全な行動に移行することができたものと考えられる。

さらに、現場作業に対して「予想される危険・安全指示事項」を自力で抽出する場合と、SpectA KY-Tool の補助を用いて抽出する場合を比較して、図-3 に示すように量と質が向上したことが確認できた。

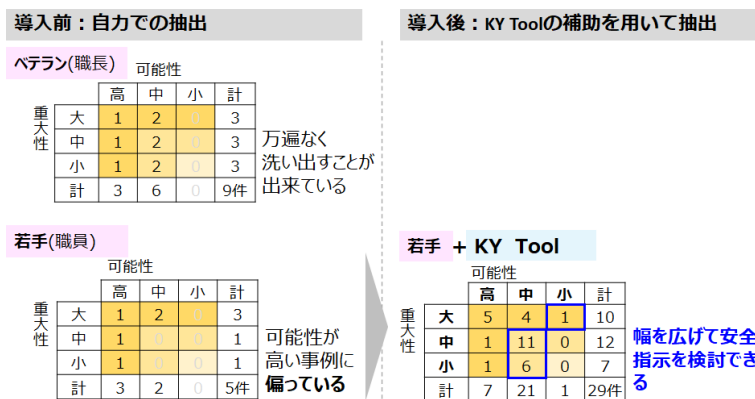


図-3 導入効果

3. 課題

過去に実際に起こった災害事例を保存していることから、現場作業時に関連性があったとしても実際の作業と環境が異なる際に起こりうる災害のイメージがしづらいことがあった。また、KY 活動などで使う場合にはタブレットやモニターが必要になることからデバイスの調達が負担になることがあった。

4. 他社への提供が可能な技術

SOLIZE 株式会社

SOLIZE Innovations 事業部

桶田 雅威（オケダ マサイ）

電話：03-5214-1919 / FAX：03-5214-2620

携帯：080-5865-3075

メール：masai.okeda@solize.com

AI 切羽評価システム

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

AI アプリで切羽を判定し、その場で切羽観察簿を作成

1. 事例概要

山岳トンネルの掘削作業において、切羽の観察はサイクルを安全に進めるために必要不可欠である。切羽を観察する際は、切羽のスケッチや写真撮影、岩検ハンマーによる強度確認、切羽からの湧水量を把握し、記録を行う。しかし、切羽観察は、現場職員の経験や主観的な判断が混在しており、発注者からは客観的な評価が求められている。そこで、切羽写真を撮影することで、客観的に切羽を評価できる AI 切羽評価システムを開発した。図-1 に AI 切羽評価システムの概念図を示す。

本システムは、現在、複数の現場で適用中である。適用現場においては、切羽評価の補助を AI が代替することにより、現場職員の経験を補う役割も果たしている。

【機器・技術のスペック】

山岳トンネルの切羽は、外部とのインターネット接続が困難である。そこで本システムは、エッジ型の AI とし、iPhone や iPad などの端末にアプリケーションをインストールすることで使用できる。使用にあたっては、アプリを起動して必要情報を入力の上、アプリ内で写真を撮影、もしくはフォルダ内の写真を選択すると画像処理技術により AI で切羽評価を行う。切羽評価は即座に行われ、その場でエクセルの帳票として出力することが可能である。また、評価結果は、電子データとしてクラウドへ自動転送され、再度、機械学習を行う際の教師データとして活用する。

2. 採用の効果

①適切な切羽観察の実施

- ・現場職員の経験等に左右されずに客観的に切羽観察を行うことができる。
- ・本システムは、切羽写真を AI で網羅的に判定し、風化して崩落等の危険がある箇所 (図-2) や目視観察では見落としやすい細かな亀裂 (図-3) などを捉えるため、掘削作業時の注意事項を指示する場面でも活用できる。

②生産性向上

- ・従来、切羽観察は現地でスケッチ等を行い、現場事務所でエクセル等に清書していたが、本システムにより、アプリを用いて切羽にて一連の評価作業を完了することができるため、切羽評価にかかる時間

を 25%程度削減できる。

・切羽評価の結果を現場の共有フォルダに転送できるため、現場内で効率的に切羽評価結果を回覧・管理でき、生産性が向上する。

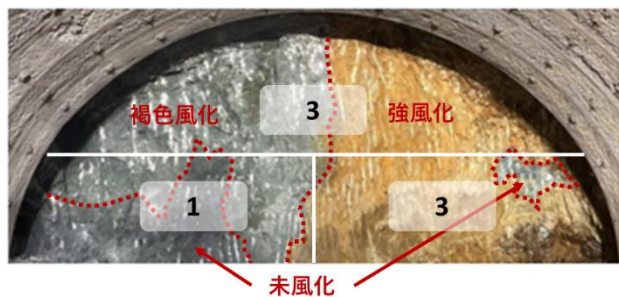
3. 課題

切羽観察の評価区分のうち、切羽をみて縦断方向および横断方向に卓越する割れ目の方向性は、写真からの判定が困難である。今後は、点群データ等を用いて、割れ目の方向を定量的に評価し、切羽観察に反映させることで、切羽評価の精度を向上する。

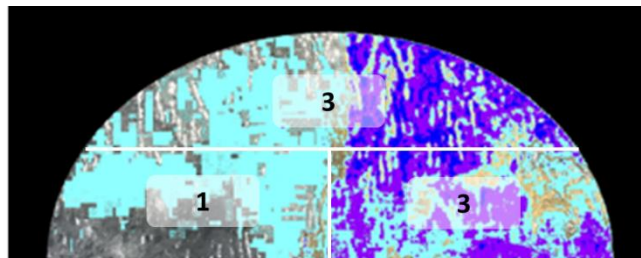


図-1 AI 切羽評価システム 概念図

現場の風化変質の評価結果



AI による風化変質の評価結果



評価区分 (D) 風化変質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色、強度やや低下	3.全体に変色、強度相当に低下	4.土砂状、粘土状、破碎、当初より未固結
可視化した色	無色	水色	紫色	青色

図-2 AI により風化変質を可視化および切羽評価した結果の比較例

切羽写真



AI で亀裂検出を行い可視化した結果

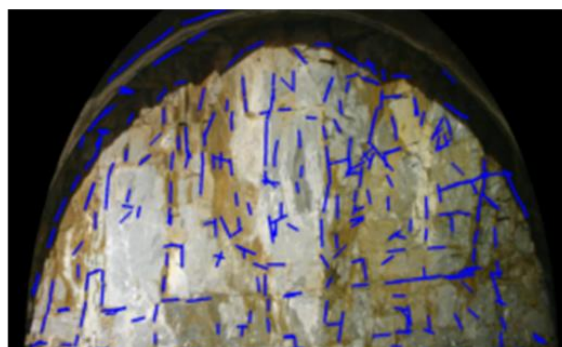


図-3 AI により亀裂を可視化結果の一例

3D-VR 交通シミュレーションによる土砂運搬計画

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

運搬土量・沿線調査をもとに最適な配車計画を実施

1. 事例概要

建設現場における各種運搬車両（ダンプトラック、ミキサー車など）の配車計画は、施工をする上で工事の進捗に影響するため、多くの時間を掛け策定していることが課題である。その課題を解決するため、当社では施工計画段階において、3D-VR交通シミュレーションによる配車計画の策定を各現場に展開している。

なお、3D-VR交通シミュレーションとは、道路ネットワーク上の交通状況を動的に3D-VRで再現し、評価する手法のことを指す。当社では、各沿線調査をもとに、交通量・車両速度・信号現示・停止線等の設定を詳細に行い、より現実に近い交通状況を再現している。

2. 技術概要

山岳トンネル工事の現場において、積込場から処理場まで土砂を運搬し、再び積込場まで戻る運搬1サイクルを解析することで、一般交通を滞留させない効率的な土砂運搬計画および配車計画の策定を行い、建設現場における施工管理を最適化した。なお、3D-VR交通シミュレーションのソフトとして、フォーラムエイト社の「UC-win/Road」¹⁾を活用した。

また、交通量情報の他に、ダンプトラックの土砂積込時間や搬出時間およびタイヤの洗浄時間などを設定することで、シミュレーションの精度向上を図った。（図1）

3. 採用の効果

「UC-win/Road」により、ダンプトラックのルート、土砂の仮置き場・土捨て場の場所、運搬土量およびルート周辺の交通状況などの様々な条件を詳細に設定し、曜日や時間帯による交通量の変化を考慮したダンプトラックのサイクルタイムを算出した。

今回、シミュレーションの精度検証として、3D-VR 交通シミュレーション結果と実際のサイクルタイムとの比較を行った。その結果、時間差が約 30 秒と高精度で、より現実に近い交通状況を予測できた。また、サイクルタイムの算出や配車計画の作業を効率化できた。(図 2)



図 1 3D-VR 交通シミュレーション概要



図 2 3D-VR 交通シミュレーション結果

4. 課題

本技術は、ドライバーの視距や景観の確認などにも活用することで、安全対策の立案などにも効果が見込める。そのため、安全性の向上に向けた最適な活用方法も検討する必要がある。

また、多種の車両にも適用できるようにシステムを改良し、更なる現場の生産性向上に繋げていく余地がある。

【参照 HP】

1) 株式会社フォーラムエイト

FORUM8 UC-win/Road 特設ページ

IoT とクラウドを利活用した ICT 土工・舗装工の品質管理システム 「AtlasX」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

土工・舗装工の現場品質管理業務に対する本格的な DX 化

1. 事例概要

盛土工事の現場品質管理は、RI法等による密度管理が主流であり、目的や用途によって密度管理以外の手法（地盤剛性や遮水性など）が導入されている。盛土は施工速度が速く管理施工単位が長大となるため、現行の現場品質管理は「点」かつ「事後的な」管理となり品質の担保が十分とはいえない。また、取得された品質管理データの関係者によるデータ共有や連携、これに基づく業務改革（DX化）が中々進まない事も課題とされている。当社では、これらの課題を解決すべくIoTとクラウドを利活用した現場土工・舗装工の品質管理システム「AtlasX」（アトラスエックス）を開発した。本技術は、当社の既往技術である振動ローラ加速度応答法「 α システム」に加え、自走式散乱型RIロボットおよび3DレーザスキャナのIoT計器を導入し、より高度・精緻な現場品質管理を可能とした。さらに、取得データをクラウド上にリアルタイム送信、蓄積・処理できるシステムを構築し、現場管理業務の本格的なDX化（業務改革）を図っている。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」にも3度採択され、A（社会実装の実現性が高い）評価を得ている。※本技術は大林組との共同開発技術

【機器・技術のスペック】

「AtlasX」は以下4つの技術により構成される（図1）。各技術内容について以下に示す。

□ α システム

振動ローラの振動輪の加速度応答値から転圧地盤の剛性 E_{roller} を自動取得する。GNSS で取得する位置情報と結合することで面的な地盤剛性情報を取得し、締固め品質の面的情報の可視化や弱部抽出が可能となる。国交省やNEXCOで採用されている0.5mメッシュごとにデータ出力が可能である。4t～20t級までの幅広い振動ローラ機種で地盤剛性の計測が可能。

□ 自走式散乱型RIロボット（中性子型（含水比用）、ガンマ線型（湿潤密度用））

含水比計測用（中性子線型）及び湿潤密度計測用（ガンマ線型）の散乱型RI計器を搭載した自走式

ロボット。散乱型 RI のため線源孔削孔は不要で非破壊計測が可能。ロボットは GNSS を搭載し事前に入力した走行条件に従って自動走行が可能。取得データはクラウドへの自動送信を行う。仕様概要は以下の通り。

- ・計測方法：目標点まで自動走行・静止⇒地表面降下後 RI 計測⇒計器浮上・次地点へ自動走行
- ・計測時間：約 1 分・電源：バッテリー駆動

□ 3D レーザスキャナ

高精度 3D レーザスキャナを用いて撤出し前、撤出し後、転圧後の施工面標高を計測。その後、クラウドシステム上で転圧面の標高変化を抽出し、撤出し厚、沈下量、圧縮率を面的に把握。圧縮率から締め密度の分布や弱部の評価も可能。使用機器の仕様概要（使用時の目安）は以下の通り。

- ・計測時間：約 10 分/回
- ・精度：±1mm 以内（計測距離 10m 以内）

□ クラウドシステム

各 IoT 計器のデータを統合・処理・可視化が可能なクラウドシステム。送信データは DB 保存され、クラウド内で各種分析（ヒートマップ、統計分析、転圧収斂分析、相関分析）を実施可能。転圧回数に加え、地盤剛性 E_{roller} 、含水比、乾燥密度、圧縮率等の施工情報を保存し参照可能。

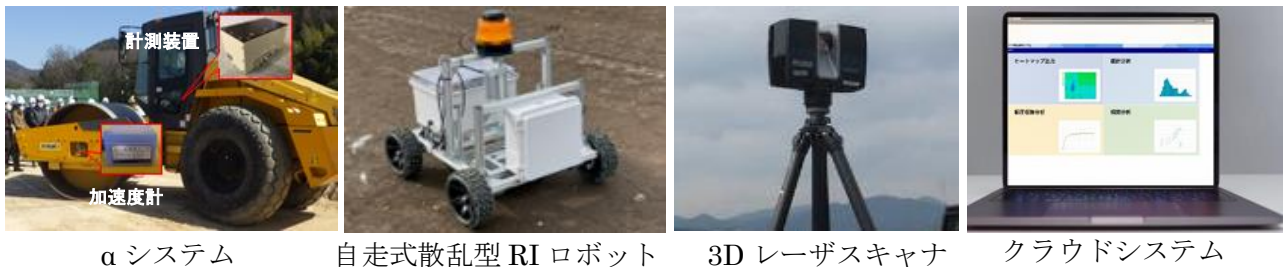


図 1 AtlasX の構成技術

2. 採用の効果

AtlasX の導入効果を表 1 に示す。従来管理手法の「点（離散）」から「面（多点）」、事後からリアルタイム管理へと変化する。同時に、人による計測作業を IoT 計器が代替することで大幅な省人化（計測の機械化）が可能となる。さらに、データ送信から処理（データ整理）までをクラウド上で自動処理することで、従来のデータ処理時間を短縮、関連部署での情報共有化(DX 化)も可能となる。

表 1 本技術導入による従来技術との比較（日施工量 1500m² 当たり：数値は当社比）

項目	AtlasX	従来技術
品質 (管理点数)	<ul style="list-style-type: none"> ・ α システム：3000 点/日 ・ RI ロボ：210 点/日 ・ 3D スキャナ：150,000 点/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 簡易剛性計測：28 点/日 ・ RI：140～150 点/日 ・ レベル測量：1260 点/日
労働時間短縮 (計測人工)	<ul style="list-style-type: none"> ・ α システム：0 人/日 ・ RI ロボ：0.2 人/日 ・ 3D スキャナ：0.5 人/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 簡易剛性計測器：2 人/日 ・ RI：1 人/日 ・ レベル測量：2 人/日
労働時間短縮 (データ整理)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0.15 人/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0.5 人/日
安全性向上	計測時に工事区への出入りなし	計測時に工事区への出入りあり

3. 課題

現状、新手法を導入すると従来管理手法との二重管理が発生し、利用者の負担増となるため、導入による二重管理の解消が課題となる。

リアルタイム鉄筋出来形自動検測システム「ラクカメラ®」

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（鉄筋計測）		その他（ロックボルト計測）					
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

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・鉄筋径・かぶり厚・重ね継手長の検測や帳票、写真台帳の出力ができるシステムである。またロックボルト間隔計測に対応するなど、様々な出来形計測へ応用開発中である。

○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
- ・ 専用システムを内蔵したタブレットにデプスカメラを接続するシンプルな機器構成
- ・ 撮影するだけでAIが鉄筋を自動分析・抽出、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、黒板の準備が不要



図-1 本システムの構成



写真-1 鉄筋計測状況



図-2 配筋間隔・鉄筋径の検測画面

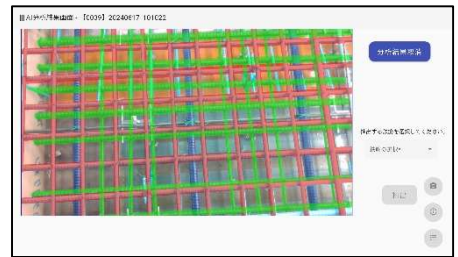


図-3 AI分析による鉄筋抽出



写真-2 ロックボルト間隔検測状況

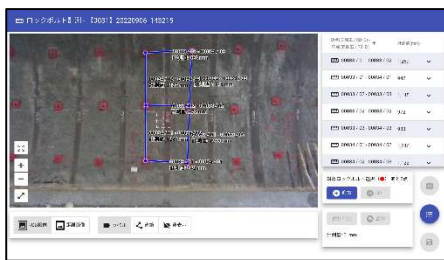


図-4 ロックボルト間隔検測画面

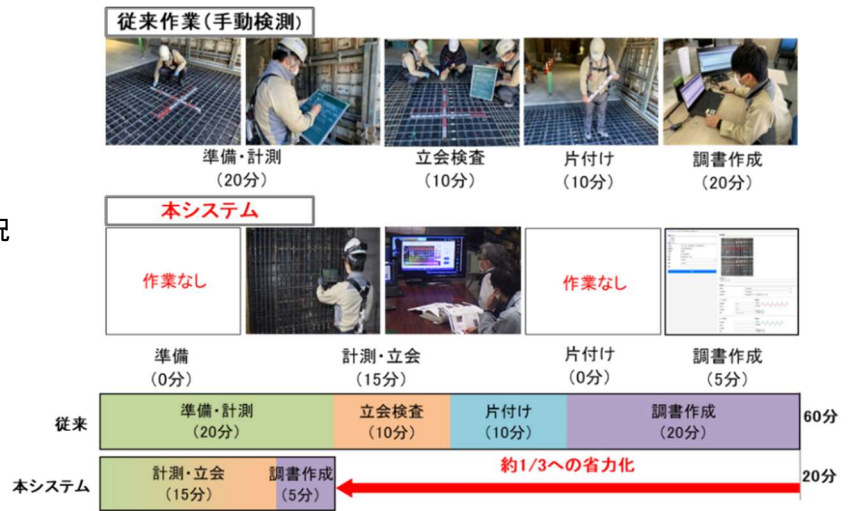


図-5 検査方法の比較

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。

○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品質が確保される。

○安全性向上

本システムは、足元が不安定な鉄筋上でのマーカ―や標尺の設置作業がないことから、転倒の危険性やマーカ―・標尺の落下の危険性がなく安全性が向上される。

3. 課題

本システムは、AI分析により多様な環境での鉄筋検測を可能としているが、多数の鉄筋が入り組んだ密な配筋状況での検測は困難である。しかしながら、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。これら本システムに使用していくことで、計測が難しい状況での課題改善や、その他の構造物の出来形計測への応用を図っていく。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社日立ソリューションズ フィールドソリューション部 浜村憲

E-mail:hs-rbis-inquiry@mla.hitachi-solutions.com

https://www.hitachi-solutions.co.jp/contech/products/rebar_check/

AR コンクリート締固め管理システム

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

コンクリート締固めの定量的な管理を AR 技術でサポート

1. 事例概要

高品質なコンクリート構造物を構築するには、コンクリート全体をバイブレータで定めた時間で締固めることが求められる。しかし、従来の締固め管理はバイブレータ挿入時に作業員と施工管理者が充填状況を目視でコンクリート表面から判断するなど、人間の感覚に頼った定性的なものであった。

そこで、本システムは締固め管理に必要な情報を iPad の画面上に AR 技術で見える化し、コンクリート全体の締固め範囲・時間を定量的に管理し、コンクリート全体を確実に締固めることができる「AR コンクリート締固め管理システム」を開発し導入した。



写真-1 本システム使用状況

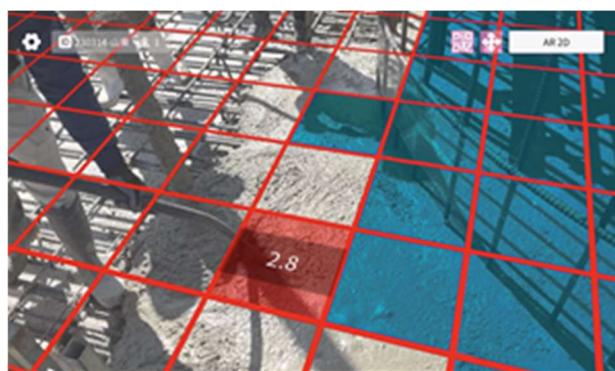


図-1 iPad で表示するアプリ画面

【機器・技術のスペック】

本システムは図-2 の様に打設数量を選定後、写真-2 の様に現実空間の基準とする AR マーカーが不要で位置合わせができ、写真-3 の様に現実空間にデバイス上に 3D モデルを投影させる。コンクリート打設を開始し、バイブレータ挿入箇所を図-3 の様にデバイスモニタに投影する。図-4 の様にタブレットを確認しながら、漏れの無いよう締固めていく。鉛直方向の情報の表現(色違い)が可視化され、鉛直方向の打重ねにおける締固め管理や打重ね許容時間の管理や図-5 の様に残打設数量の表示が可能。

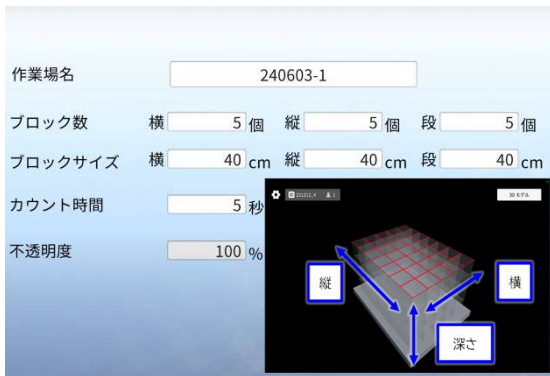


図-2 打設数量の選定

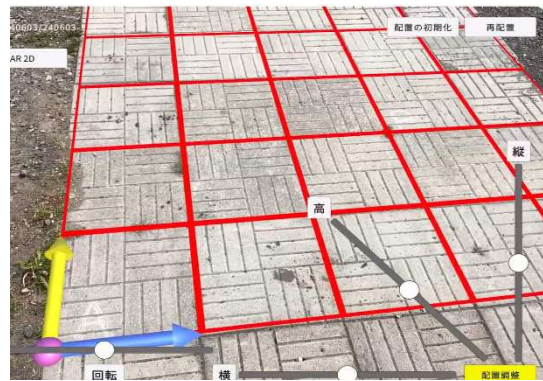


写真-2 位置合わせ

タブレットのカメラで締固め状況を撮影

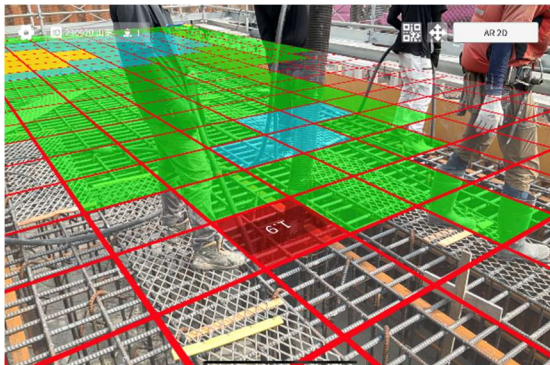


写真-3 3D モデル投影状況 (位置合わせ完了後)

AR技術でタブレットを通して情報を投影

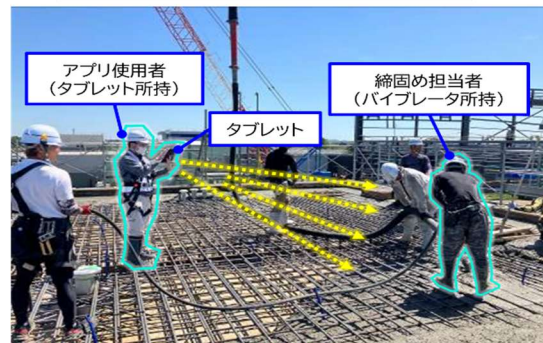


図-3 実施状況 (全景)

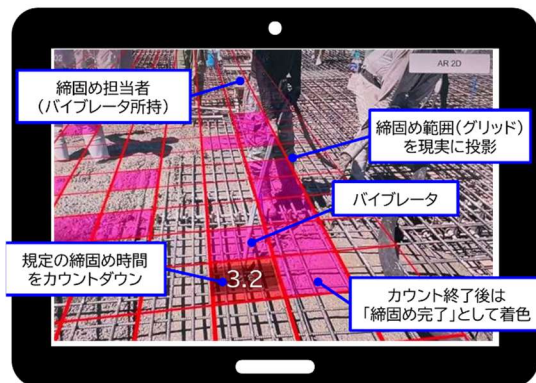


図-4 AR 投影状況 (タブレット画面)



図-5 残打設量の表示

2. 採用の効果

① AR 技術による締固め情報の見える化

現実には見えないコンクリート締固めに関する各種情報「締固め範囲」、「締固め時間」、「締固め完了状況」を見える化

② 締固め作業の属人化の解消

作業従事者の力量に依らない施工ができ、生産性向上の実現

③ 残打設数量と打重ね許容時間の可視化による施工品質・生産性向上

事前に選定した全打設数量から現打設数量の差分、許容打重ね時間間隔を設定し超過部を表示し、最終打設数量の余剰発注防止や品質確保に寄与

3. 課題

アプリが自ら情報取得や更新に伴い、動作するバックグラウンド通信を行う為、バッテリー消費の一因となっている。長時間打設に順応すべくアプリ構築に図る

出来形自動検測システム「SMC-スマートメジャー®」

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

スケール不要な出来形管理，出来形検測の全自動化も実現

1. 事例概要

張出施工を用いた橋梁の現場では、橋の性能を保証するために大断面の寸法形状を複数ブロック繰返し管理するが、その検査業務は写真1のように複数人の受発注者が手作業により行っている。今後 DX を進めるためには必要な改善事項であると考え、3D レーザースキャナで取得した三次元点群データから出来形を自動検測する出来形自動検測システム「SMC-スマートメジャー®」を開発した (写真2)。

SMC-スマートメジャーは、点群データの取得を自動で行う計測機自動搬送装置のハードウェアと、三次元点群データから指定した箇所の寸法を自動検測および帳票出力まで自動処理するソフトウェアから構成され、双方を組み合わせることで全自動検測実現した。

本システムのソフトウェアは国土交通省の「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」に採用され、一般国道 45 号三陸沿岸道路の有家川橋上部工工事において試行業務として導入し、従来の計測手法と同等程度の精度を得られることを確認した。

また、山形県の一般県道白滝宮宿線橋梁上部工工事では、ハードウェアとソフトウェアを連動させた全自動検測を実現し、大きな成果を得られた。



写真1 従来の検査業務

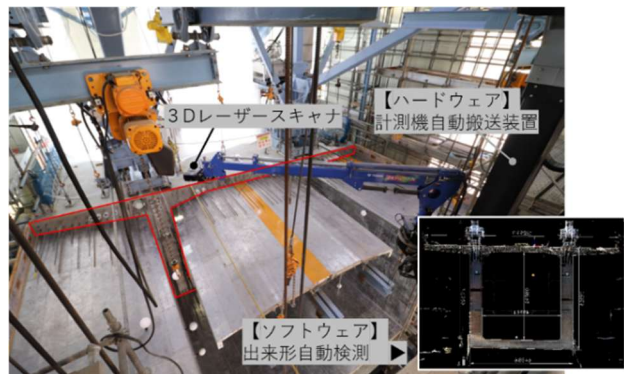


写真2 出来形自動検測システムのイメージ

【機器・技術のスペック】

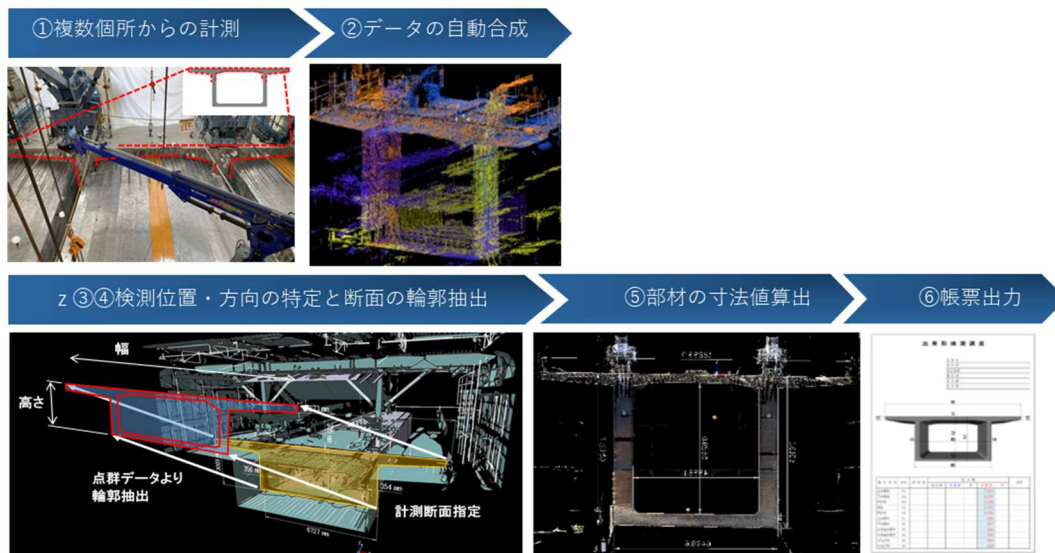


図1 システム一連の流れ

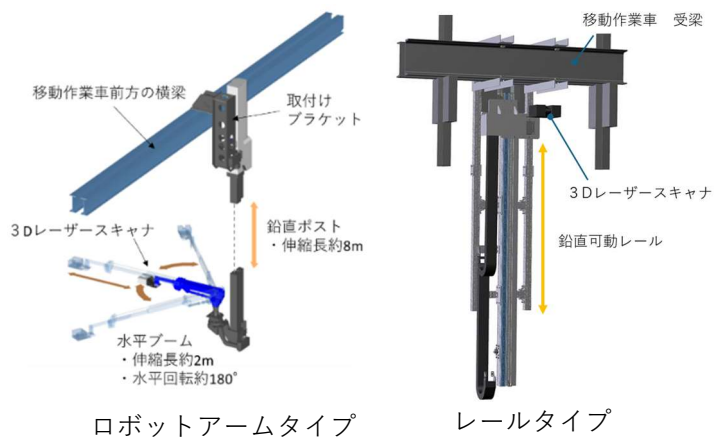


図2 ハードウェア

本システムは図1のような流れでソフトとハードを連携させ、全自動検測を実現している。ハードウェアは、図2のようにロボットアームタイプとレールタイプを製作している。取得した点群データから部材寸法を算出するソフトウェアの検測精度は、スキャナ本体の計測精度1~2mm・合成精度2mm・その他常時微動などの1mmを含め、対象物の長さ15m程度での計測誤差は約5mm以内であり、従来の計測方法と同等程度であることを確認している。

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化の効果

本システムは1名での管理が可能となり、出来形計測にかかる施工管理者の延べ労働時間が1/3程度短縮され、3倍の生産性向上が期待される。将来的には無人での対応も可能な技術である。

②その他の効果

ハードウェアとソフトウェアを切り離すことができるため、ソフトウェアのみでの運用や張出施工の橋梁断面以外の検測にも適用することが可能となっている。

3. 課題

検測に必要な面に水たまりがある状態は、レーザーの乱反射により想定精度で寸法算出することが困難となる。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術のソフトウェア問い合わせ先】

株式会社エリジオン

<https://infipoints.elysium-global.com/>

プロダクトマーケティング

渡辺 友彦

infipoints@elysium.co.jp<mailto:infipoints@elysium.co.jp>

ワンマンレベル測量システム

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（レベル測量）		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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

デジタルレベルを遠隔操作、1人で高精度なレベル測量が可能に

1. 事例概要

「ワンマンレベル測量システム」は、スマートデバイスを用いて操作することにより、デジタルレベルを遠隔操作して高精度なレベル測量が可能。従来の測量作業と比較して、作業員が2人から1人となり、省人化を実現した。

○特徴

①スマートデバイスを用いたデジタルレベルの遠隔操作

- ・カメラおよび回転台を取り付けたオートフォーカス付デジタルレベルと専用のスタッフを使用
- ・遠隔操作により、回転・視準・測量・計算を一括して行う
- ・測量点座標を事前に入力することで、自動回転・自動視準ができ全ての測量作業が1人で可能

②高精度な測量が可能

- ・1km 往復標準偏差 0.2mm の 1 級デジタルレベルを使用するため高精度な測量が可能

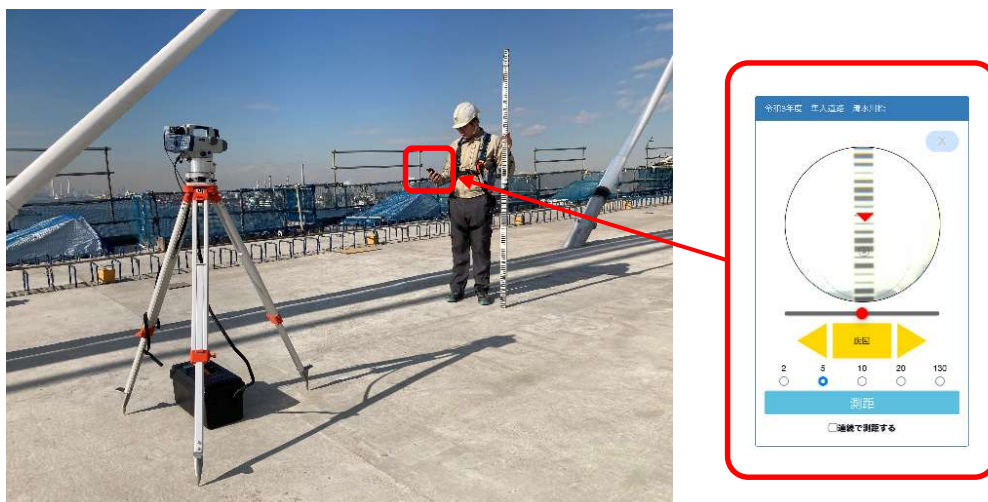


図-1 「ワンマンレベル測量システム」を用いた測量作業

〇〇大橋架設工事
レベル計測
設計：XXXXXXX.CSV

設計変更

No	測点名	実測高さ	設計との差
1	BL-1	123.123	5.4
2	BL-2	123.123	-12.3
3	BL-3	123.123	-12.3
4	BL-4	123.123	-12.3
5	BL-5	123.123	-12.3
6	BL-6	123.123	-12.3
7	BL-7		
8	BL-8		
9	BL-9		
10	BL-10		

観測 キャンセル

自動旋回
 自動測距

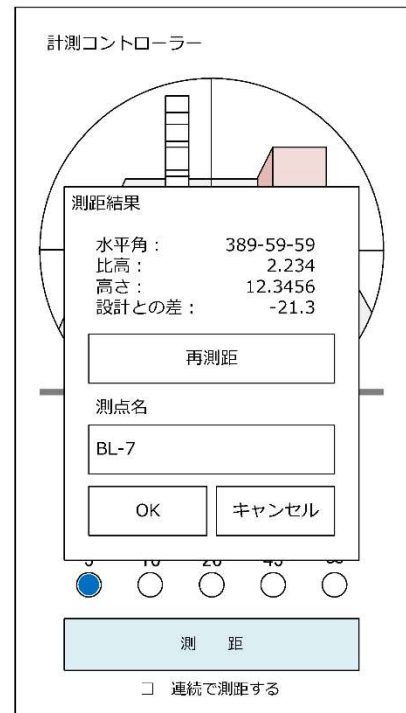
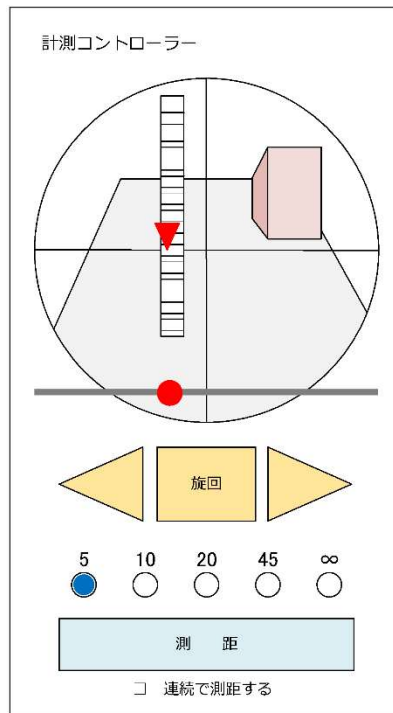


図-2 システムの操作イメージ図

2. 採用の効果

○生産性向上

従来の測量作業と比較して、作業員が2人から1人となり省人化を達成。計測した値はシステムにより自動的に計算され、クラウドに保存されるため、従来作業と比較して、測量作業における施工管理者の延べ拘束時間を2分の1に短縮が可能である。

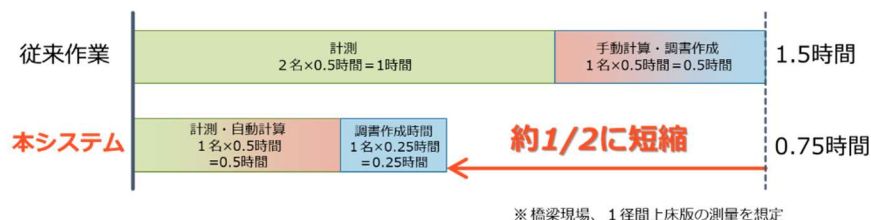


図-3 従来作業における施工管理者の延べ拘束時間との比較

○品質向上

本システムはデジタルレベルを使用し測量作業をシステム内で完結するため、従来作業において起こりやすい、計測誤差や計算ミスなどのヒューマンエラーを防ぐことができる。この結果、測量の品質が向上し、より精度の高い成果を得ることが可能となる。

3. 課題

計測は1人で可能だが、レベル本体や三脚に加えて設置機材があるため、1人で持ち運びを行うことが大変な作業となっている。そのため盛替え時は機材運搬で往復が生じることが課題とされており、軽量化を予定している。

防水性能がないため、雨天時は使用不可となっている。設置機材の見直しや収納箱の見直しにより、雨天時でも計測が可能となるような改良を予定している。

配筋検査 AR システム【BAIAS】

取り組み事例分類	3D 測量		UAV		BIM/CIM23		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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

指 1 本で楽々検査、AR サポートで配筋検査に革命を！

1. 事例概要

近年、建設業界では働き方改革への取り組みが強く推進されており、技術者の業務についても生産性の向上が喫緊の課題として挙げられている。鉄筋コンクリート構造物における施工管理項目の1つである鉄筋出来形計測では、計測箇所毎に対象とする鉄筋全てへのマーキングや検尺ロッド等の設置など準備に多大な労力を費やすとともに帳票の作成においても多く手間を必要としている。そこで事前準備・帳票作成の省力化および計測時の省人化に着目し開発をおこなった配筋検査 AR システム「BAIAS:バイアス」を活用し、現場の生産性向上を DX 技術で実現する。

【機器・技術のスペック】

本システムは市販タブレット (iPad Pro) の LiDAR センサー等を活用した鉄筋出来形計測アプリケーションによる計測機能とクラウドサーバーを用いた帳票作成機能で構成される。計測に使用するタブレットは約 500g と軽量であり、写真-1 に示すとおり現場での計測に際してハンドリングは良好である。ここで、本システムにおけるデータの流れを図-1 に示す。



写真-1 計測状況

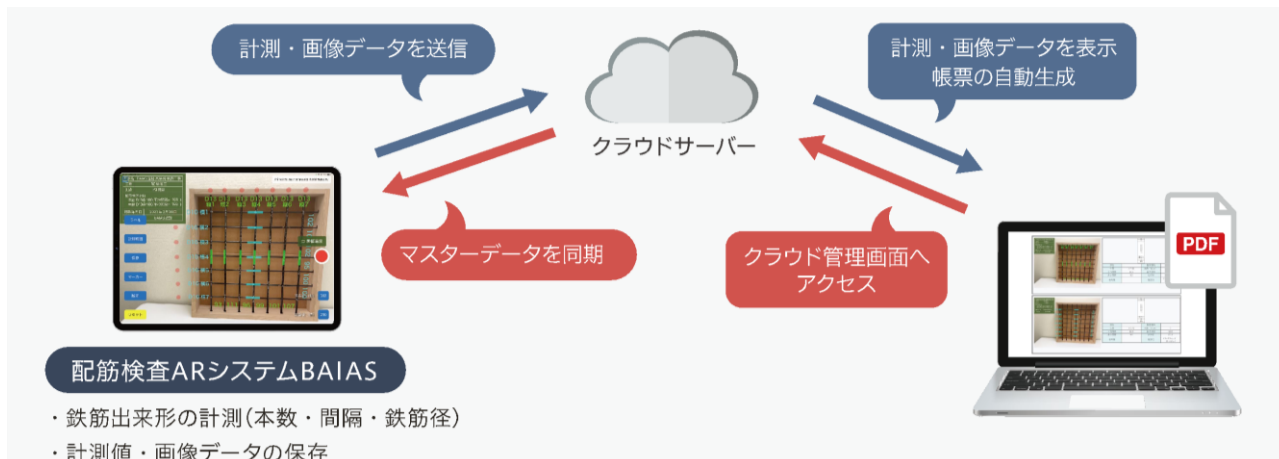


図-1 システム概要図

BAIAS (NETIS: CB-230022-A) の詳細な機能を以下に紹介する。

iPad Pro の LiDAR センサーを活用することで鉄筋の本数、径（太さ）、配筋間隔を計測でき、鉄筋かぶり計測機能、ダブル配筋計測機能、鉄筋かご計測機能、重ね継手や定着の長さ計測に適した2点間計測機能、スペーサー個数の記録機能、レイアウトを自由に変更可能で電子納品にも対応した電子小黑板機能を実装している。また、クラウドを利用した帳票出力も可能である（特許第 7150290 号）。また、Microsoft Teams や Zoom 上でタブレット画面を共有することで遠隔地からでもリアルタイムに確認ができ遠隔臨場にも対応している。

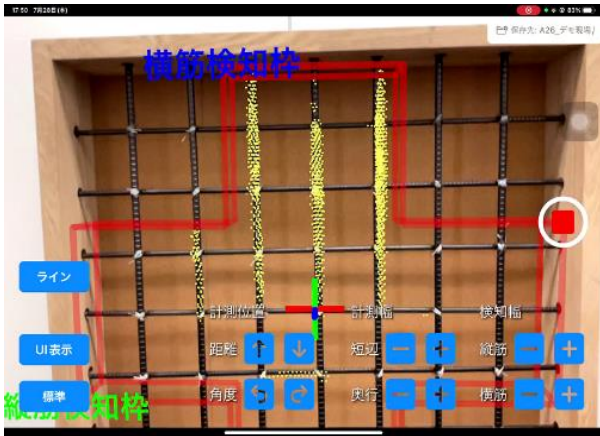


写真-2 BAIAS 計測中画面

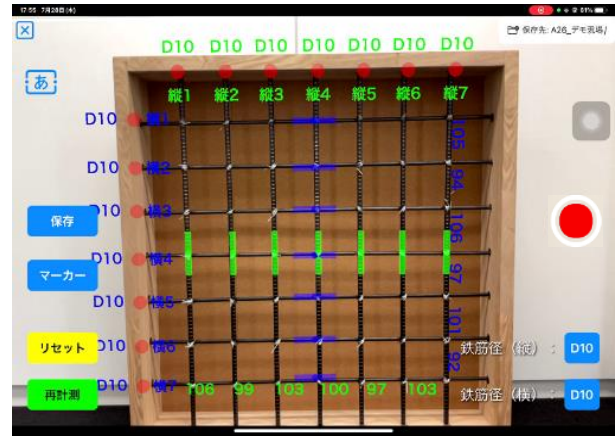


写真-3 BAIAS 計測結果画面

2. 採用の効果

従来の配筋検査では、測定箇所毎に対象の鉄筋へマーキングし検尺ロッドを使用するため、準備から検査帳票作成まで1~2名の作業員が必要であったが、一方、BAIAS では iPad Pro のみで配筋検査を行うことから、作業員を1名に省人化することが可能となる。これにより作業時間を約50~70%短縮。

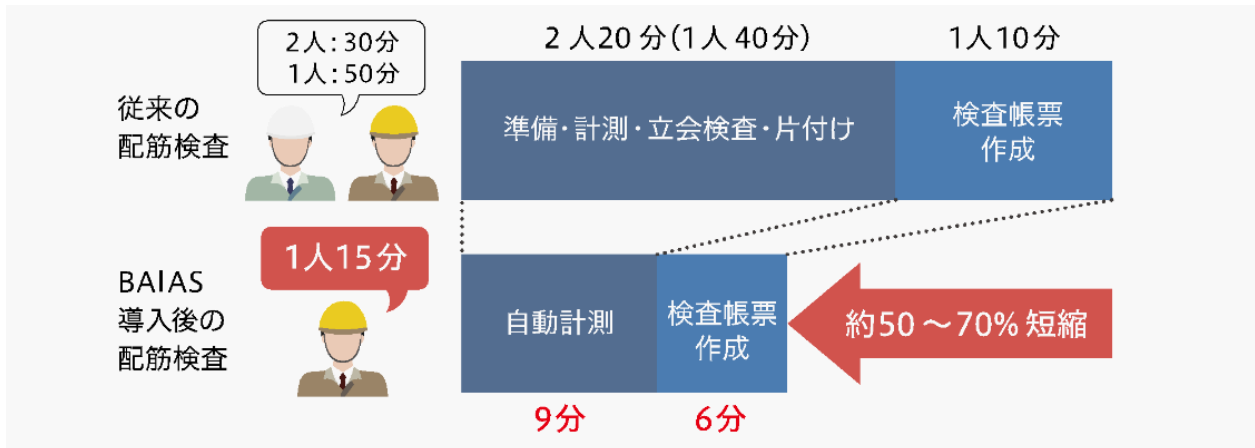


図-2 採用の効果

3. 課題

課題としては、平面形状以外（例えば曲面）の計測ができないこと、梁配筋などの奥行きのある配筋では奥側にある鉄筋の計測が片側からできないこと、各社の施工管理ソフトウェアとの連携が実装できていないこと等が挙げられる。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社 GRIFFY 企画営業部 秋山

TEL : 03-5289-4060

E-mail : cst-kikaku@griffy.co.jp

H P : <https://www.gembaroid.jp/product/baias.html>

360度カメラを使用した施工管理の効率化「DroneDeploy Ground」

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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

誰でも短時間で効率的に 360度画像で撮り忘れのない現場撮影

1. 事例概要

現地調査や着工前の現場周辺の記録は膨大な枚数の写真を撮影してきました。そうした中でも、撮り忘れたり撮り損ねたりすることもあり、また、膨大な枚数の中から必要な写真を見つけ出すにも多くの時間と労力を要していました。探してもほしい画像がない、せっかく見つけても撮影した位置がわからないこともありました。今回、当社ではこうした問題を解決するために360度画像管理・共有サービス「DroneDeploy Ground (旧 StructionSite)」を導入しました。

【機器・技術のスペック】

名称	機種など	当社使用機種の一例
スマートデバイス	iPhone/iPad、PC	iPhone16e、iPad6、ノートPC
360度カメラ	Insta360 OneX3、Insta360 1inch OneRS など	Insta360 OneX2 (X3)
画像管理サービス	DroneDeploy Ground	_____



閲覧画像の一例（株）日立ソリューションズ HP より引用）

2. 採用の効果

- 1) 従来は撮影ポイントごと立ち止まって撮影していましたが、360度カメラを持って歩くだけで撮影が完了するため、撮影時間を大幅短縮できます（ウォークスルー撮影、作業時間約70%短縮）。
- 2) 現場技術者が今後の影響を想定して撮影していましたが、技術者以外の者でも撮影ができます（技術者による作業時間ゼロ）。
- 3) 膨大な枚数から必要な写真を抽出するのに多くの時間と労力を要していましたが、AIによって撮影した動画から画像が生成された上、図面に自動連携して整理されます（作業時間約90%短縮）。
- 4) 整理された画像は360度画像であり自由な方向を限なく閲覧できます。また、同一場所の画像を時系列で並べて閲覧することができ、過去との変化を掴みやすいです（撮り忘れミス約90%低減）。
- 5) 整理されたデータはクラウド上に保管され、現場、本支店の誰もが共有できます。（遠隔利用）
- 6) 工程ごと撮影することで、現場状況の共有、工事のエビデンスなど様々な場面にも活用できます。
（※各項数値は当社利用者の肌感覚での参考数値であり、メーカー発表数値ではありません。）

3. 課題

特にありません。

(株)日立ソリューションズ

ドローン用プラットフォーム「DroneDeploy」サイト

<https://www.hitachi-solutions.co.jp/dronedeploy/>

上部エワンマン測量システム オートレポ

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

鋼橋の出来形計測から帳票出力までをワンマン化

1. 事例概要

従来のトータルステーションを用いた出来形管理は計測から帳票作成まで複数の作業員が必要で、人手と手間を要している。本システム（図-1）は出来形管理業務の省人化を目的とし、1級トータルステーションが計測用タブレットと一体となった 360° プリズムを自動追尾して座標データを計測し、設計データから所定値以上の乖離があるときにタブレット端末にエラーを報知するシステムである。

本システムでは出来形管理基準に定められた測定項目のうち、全長・支間長、通り、その計測を行うことができる。また、設計座標値の事前入力機能により、計測者の移動時にトータルステーションがプリズムを見失っても計測点を再認識しやすくしており、足場などの障害物がある場合にもスムーズな計測作業が行える。さらに、計測後はタブレットにて帳票を作成することができ、現場での計測作業、現場事務所でのデータ整理作業の両面においてワンマン化を実現し、出来形管理業務における人手と手間を大幅に削減することが可能である。



図-1 システム概要図

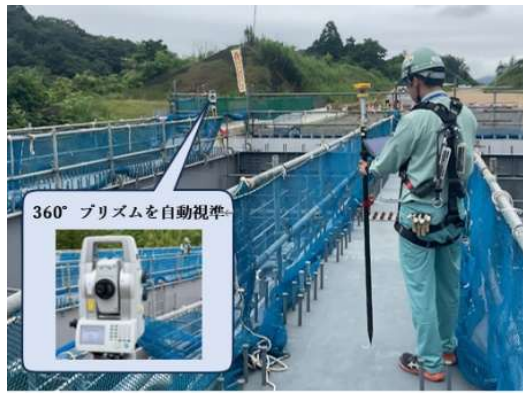


図-2 計測状況

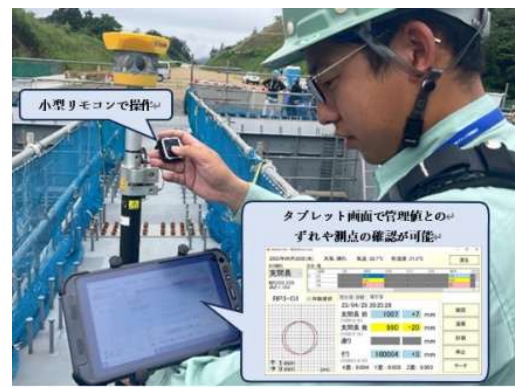


図-3 小型リモコンとタブレットにより
操作性・視認性が向上

【機器・技術のスペック】

種別	名称	規格 (バージョン等)	メーカー
トータルステーション	NET1AX II	1 級	(株)ソキア
操作タブレット	LZ-WC08C	堅牢型	ロジテック株式会社
測量ポール	カーボンファイバーロット	—	(株)ニコン・トリンプル
ターゲットプリズム	350° プリズム	—	(株)ニコン・トリンプル
出来形帳票ソフト	オートレポ	Ver. 1.0	(株)ソーキ
クラウドシステム	ソーキクラウド	Ver. 1.0	(株)ソーキ

図-4 機器スペック

2. 採用の効果

本技術による作業時間の削減率を図-5 に示す。計測から帳票作成までの作業時間を従来比で 60%削減し、現場での出来形管理業務の大幅な省力化を実現した。本システムでは、土木工事書類作成マニュアルに示されたフォーマットに計測データが自動的に記録されるため、転記ミスや測り忘れを防止することが可能である。また、事前に入力した管理値との比較が可能となっており、出来形不足の洗い出しも容易となる。

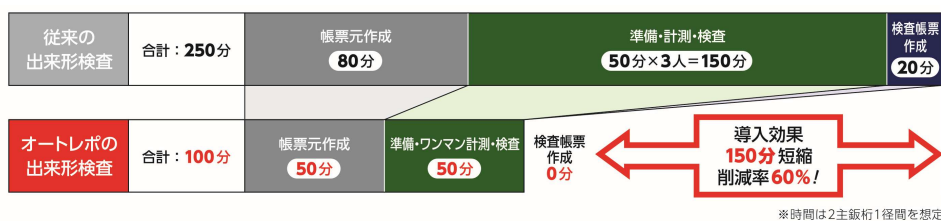


図-5 時間短縮図

3. 課題

現行の基準「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」においてトータルステーションによる“そり”の計測は精度保証の観点から適用外となっている。そのため、現在はデジタルレベルと連携する機能拡張を図り、そり計測も対応可能としている。

【本技術のレンタルに関する問合せ先】

株式会社 横河ブリッジ 設計本部 デジタルエンジニアリング部 齋藤

TEL : 047-435-6244

E-mail : ko.saitoh@yokogawa-bridge.co.jp

アバター会議システム「iQ3 Connect」を活用した 3D 構造検討

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

鋼橋 3D モデルをアバター会議システムと連携し構造検討を高度化

1. 事例概要

鋼橋の原寸処理においては 3 次元生産情報システムを使用し、製作段階で必要となる様々な属性情報を付加した実寸大の 3 次元モデルを構築している。当社ではこの 3 次元モデルを活用し、製作着手前に設計・製作の各担当者による 3D 構造検討会を実施している。3 次元モデルを様々な視点から確認することで、設計上の問題点や製作時の留意点などを洗い出し、後工程で生じうる手戻りを防止してきた。

従来の 3D 構造検討会は、PC 画面での 3 次元モデルの確認にとどまっておき、関係者間でのイメージの乖離やリスクの抽出漏れなどの課題がある。また、関係者が集まって検討を行うための綿密なスケジュール調整なども課題となっていた。

本技術導入により、関係者がアバターとして VR 空間に参加することでリアリティのある施工性の検討や合意形成の迅速化を実現した。また、会議には多拠点から参加することができ、移動に伴うスケジュール調整や移動時間が不要となる。

【機器・技術のスペック】

双方向リアルタイム VR レビューソフト「iQ3 Connect Teams」

開発：iQ3 connect 社（米国） 国内販売元：ミルトス株式会社

CPU	Intel Core i7以上	VR未使用の場合:Core i3以上
メモリ	VR利用の場合:16GB	VR未使用の場合:4GB以上(推奨8GB)
対応OS	Windows7, 8, 10	モバイルの場合:iOS、Android
グラフィックボード	VR対応:NVIDIA GTX 1060以上(推奨1070以上)	VR未対応:オンボードGPU以上
Internet接続	必須	必須
ブラウザ	VR対応ブラウザ:Firefox、GoogleChrome、Edge他	VR未対応:OSが推奨するWebブラウザが必要
VRデバイス	Vive、Oculusその他	マウス等
必要ポート	VR対応:USBポート×3(2.0以上)、HDMI×1	VR未対応:コントローラ等利用の場合USB×1

図-1 システム仕様

- ・ 3次元モデルや点群データをクラウド上に取り込むことで、WEBブラウザを介して多拠点から複数人同時に3次元モデルや点群を閲覧可能。
- ・ 会議参加者は3D空間にアバターとなって表示され、リアリティのあるコミュニケーションが可能。
- ・ VRゴーグルを使用することで実寸大の3D空間に入り込んだような視覚体験が可能。

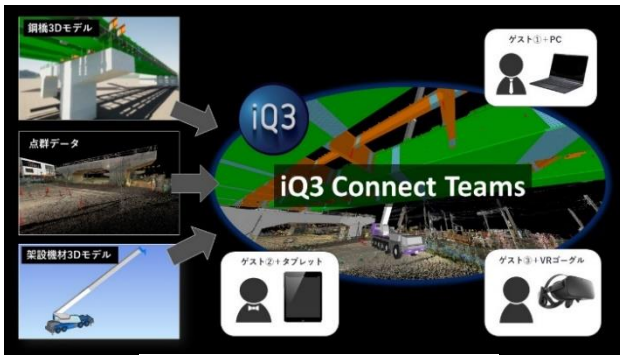


図-2 システム概要

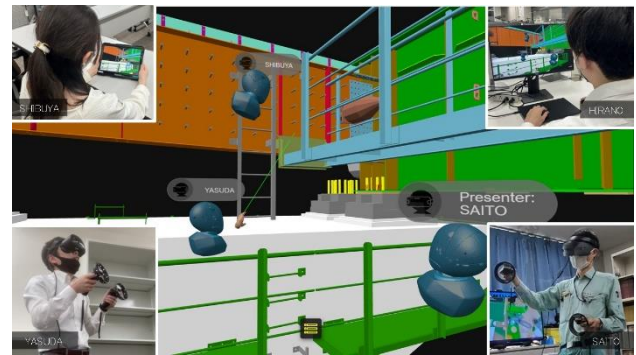


図-3 アバター会議を使用した3D構造検討

参照元：<https://www.myrtos.jp/solution/iq3connect/index.html>

2. 採用の効果

① コミュニケーションの活性化

本技術の活用により、会議参加者は3D空間内を自由に移動し、各々が好きな位置や角度から対象物を確認できる。また、複数の参加者と実物を前に打合せをしているような臨場感が得られ、議論の活性化に繋がっている。

② 直観的な判断による課題抽出

部材同士の取り合い確認や、溶接・塗装時の施工性、安全性確認など、直感的な判断を要する検討において、VRゴーグルを使用することで、従来に比べ課題抽出が容易になった。

③ 点群データによる詳細な現況再現

会議空間内に点群データを取り込むことで、保全工事における既設橋の現況把握や新設部材との整合確認にも有効である。

本システム導入により、複数の専門的な視点からより現実に近い環境で確認・検討を行うことで、照査レベルの向上に加え、品質や生産性、そして安全性の向上にも効果を発揮している。

3. 課題

本技術の活用にあたっては、VR機材の手配が必要であり、VRモデル内での参加者各自の操作技術が必要となるため、今後は機材や操作方法の簡略化を図っていく必要がある。

【本技術の購入に関する問合せ先】

株式会社 横河ブリッジ 設計本部 デジタルエンジニアリング部 大瀧

TEL : 047-435-6244

E-mail : s.ohtaki@yokogawa-bridge.co.jp

BIM/CIM を活用した監督検査の効率化例（点群による出来形評価）

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（検査の効率化）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

レーザースキャナの出来形計測で現場作業の時短を達成

1. 事例概要

橋脚下部工事の最も重要な不可視部分である基礎部の施工管理において、BIM/CIM モデルを活用した監督・検査の効率化の適用を検討した。深礎工の施工管理においては、杭の傾斜の出来形計測は水糸や下げ振り等を使用して測定し、杭の偏心量は光波等を用いて設計の杭芯を現地に出して計測するのが一般的である。本件は、BIM/CIM 活用のなかで、3D レーザースキャナ(以下、3DLS)を用いて取得した点群を活用することで測量手間の減少や杭の全体を俯瞰した出来形の測定手法を検証することとした。検証の結果、杭径が 12m、掘削深度が 25.5m である大口径深礎工の掘削出来形測定においては、省人化および安全性の向上を確認することが出来た。

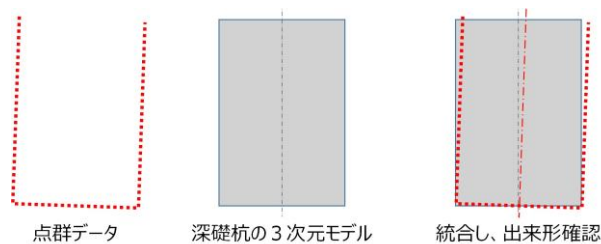


図-1 LS を用いた出来形管理のイメージ



図-2 従来方法(下げ振り)

【機器・技術のスペック】

①ソフトウェア

点群の解析、描画に使用したソフトウェアを表-1 に示す。

表-1 ソフトウェア

作業	ソフトウェア名[メーカー]
点群処理、解析	TRENDPOINTver.9 (ベクトル差分析オプション) [福井コンピュータ]
補強リング 近似円作成	Rhino7(+Grasshopper) [Robert McNeel & Associates]

②3DLS

点群の取得に使用した 3DLS の使用を表-2 に示す。

表-2 3DLS 仕様

項目	内容
機械名称	Leica-RCT360
スキャン速度	最大 200 万点/秒
1 か所での計測時間	約 2 分
スキャン密度設定	6mm@10m(10m 先の点間距離が 6mm 程度、0.01 m ² 当たり 100 点程度)
精度	測角精度 18" 距離精度 1.0mm + 10ppm 3D 座標精度 1.9 mm @10 m 2.9 mm @20 m 5.3 mm @40 m
計測データ合成方法	リアルタイムレジストレーション
寸法	120mm × 240mm × 230mm
重量(バッテリー込)	5.35kg(6.03kg)

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化効果

本方法は、3DLS で取得した点群をソフトウェアで解析し、近似円を描くことで掘削出来形とした。天端付近と掘削底面とで取得した近似円を設定モデルと比較し、偏心量、傾斜量を算出した。生産性向上・省人化効果を表-3 に示す。本方法は、表-3 に示す効果のほか遠隔臨場との組合せにより、発注者の安全性向上と労働時間短縮が見込める。

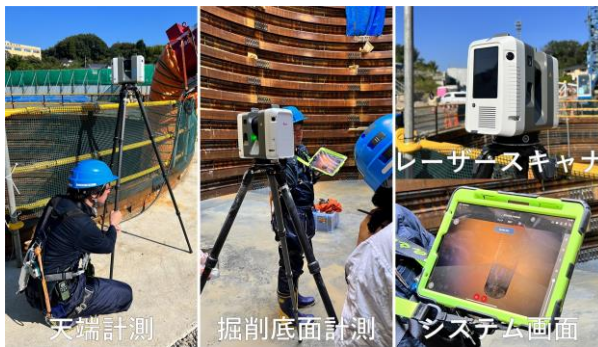


図-3 点群取得状況

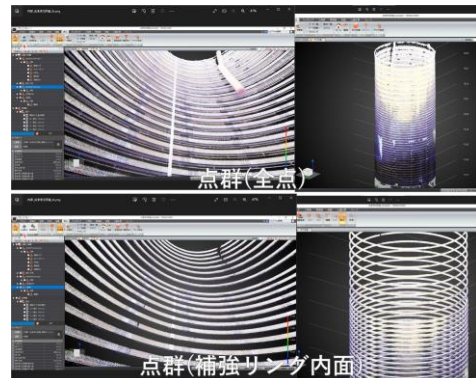


図-4 取得した点群

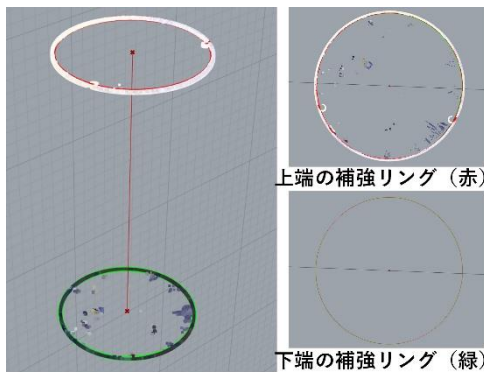


図-5 点群解析状況

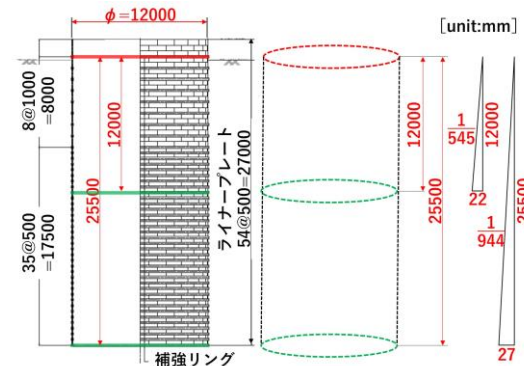


図-6 3DLS による出来形

②安全性向上効果

従来方法の場合、振れ防止のため酸欠防止のダクトの送風を止める必要があるが、3DLS 計測の場合は風に影響されないため、送風を止めることなく測定できる。

3. 課題

3DLS 機材、点群処理ソフトウェアは高価であり、相応のコストが発生する。

表-3 生産性向上・省人化効果

削減できた時間	従来方法	3DLS及びBIM/CIMを用いた方法	削減時間
掘削完了時 鉛直度測定	3人×6h(職員) =18h (中間、完了)	1人×1h(現場) 1人×1h(内業) =2h×2回 (中間、完了) =4h	14h
掘削完了時 杭径・杭芯ズレ測定	7人×8h(外注) =56h	1人×1h(現場) 1人×1h(内業) =2h	54h
コンクリート打設完了時 杭径・杭芯ズレ測定	3人×8h(外注) =24h	1人×1h(現場) 1人×1h(内業) =2h	22h

法面・道路における ICT 対応工事の工程管理の効率化

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（現場管理）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

簡易な 3 次元測量で日々の土量管理を効率化

1. 事例概要

道路建設工事における施工管理において発生する測量業務の効率化は、建設業の生産性向上に対して大きな効果が見込める。本業務においては、大規模道路建設工事において掘削仮置き土量の日々の管理において簡易な 3 次元点群測量が可能なツール (OPTiM Geo Scan) を導入し、従来方法と比較して生産性向上効果を確認した。

従来点群を取得する機器は高価かつ操作の専門性が高く、高精度な結果を得るためには操作の習熟が必要であるが、本ツールは操作が簡易であり、誰でもすぐに扱える点の特徴である。

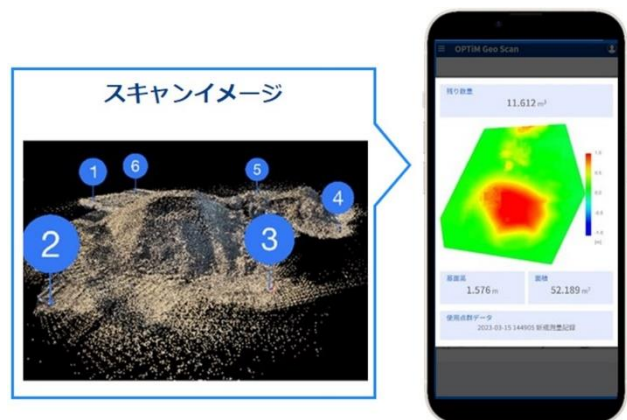


図-1 GeoScan を用いた土量算出のイメージ

【機器・技術のスペック】

①ソフトウェア

点群の描画、土量計算に使用したソフトウェアを表-1 に示す。

表-1 ソフトウェア

作業	ソフトウェア名[メーカー]
点群描画、 度量計算	TRENDPOINTver.10 [福井コンピュータ]

②簡易 3 次元点群測量ツール

NETIS 登録番号：「QS-210050-VE」を参照。

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化効果

従来の土量計算においては、重機を用いて数量計算がしやすいよう整形をおこない、2人がかりで測量を行っていた。「OPTiM Geo Scan」を利用することで、重機オペレーターに依頼しておこなっていた整地作業が不要になり、1人がスマホで対象物をスキャンすることで測量が終了し、従来2日かかっていた作業が3時間で完了した。これにより工程の進捗管理が素早く確認でき、その後の施工計画もスムーズに行えるため、現場全体の工程管理の作業時間の短縮化、効率化が実現した。

その他の効果として、丁張測量や出来形検査がスマートフォンで誰でも簡単に実施可能になったことで、施工管理にかかわる工数が大幅に削減された。また本方法は、遠隔臨場と組み合わせることが可能であり、その場合、発注者の安全性向上や労働時間の短縮にもつながる。

表-2 採用の効果

項目	従来方法	GeoScan を用いた方法	削減時間
測量(トータルステーション)	2人×6時間	1人×2時間	10時間
土量算出	1人×6時間	1人×1時間	5時間



図-3 点群取得



図-4 GNSSによる補正

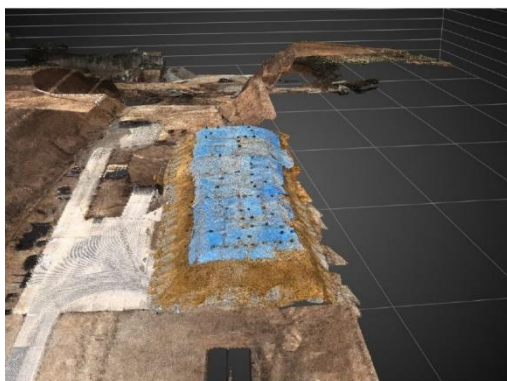


図-5 取得した点群

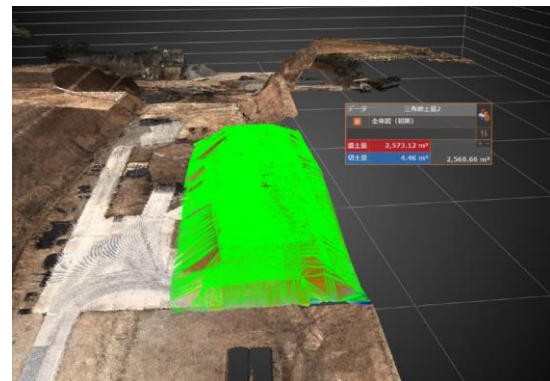


図-6 土量算定

②安全性向上効果

従来方法の場合、仮置き土の上に職員が登りミラーを持つ必要があるが、本件の場合には高い場所に上ることなく測量が可能であり、安全性が向上した。

3. 課題

簡易3次元測量ツールは従来の3Dレーザースキャナと比較して安価ではあるが、導入時にインシヤルコストが発生する。

点群活用による施工管理の効率化

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

現況点群と 3次元モデルにより現場作業の時短と安全施工を達成

1. 事例概要

建設業界の喫緊の課題は担い手確保であり、国土交通省は「新 3K」や「i-Construction2.0」、「ICT 施工 Stage II」などの施策を通じて、労働環境の改善と技術革新を進めている。これらの取り組みは、業界の生産性向上や省人化を目指し、デジタル技術の導入を加速することで、より安全で効率的な施工を実現することを目的としている。

しかしながら、建設業界は依然として事故が多いという問題を抱えており、例えば傾斜地工事においては、地形の複雑さや作業環境の厳しさが安全性の確保を難しくしている。急傾斜地における出来形管理では、従来の方法では地形の正確な把握が大変であり、施工、計測精度低下や安全性リスク増大が懸念されることがある。

このような課題に対して、弊社では点群データの活用を有効な解決策として注目している。点群データは、現場の状況を高精度で把握し、施工計画の最適化や出来形管理の効率化を可能にするツールであると考えており、いくつかの現場で試行を重ねてきた。本事例では、ダム工事の工事用進入路設置工事における点群活用事例を報告する。

【機器・技術のスペック】

現況点群取得に使用した機材および点群処理に使用したソフトウェアを示す。

項目	機材・ソフトウェア
現況点群取得	ドローン : DJI MAVIC3E
点群生成	Pics4Dmapper (国際航業)
点群処理	TRENDPOINT (福井コンピュータ)

2. 採用の効果

①生産性向上・省人化

・設計照査

着工前の照査時において、ジオテクスタイル補強土壁の根入れ不足チェックに活用した。

・測量作業の省力化

ソフトウェア(TRENDPOINT)の断面抽出機能を用いて任意の側線で断面図を自動出力し、詳細な地形測量及び断面図の作成作業が不要となり、測量及び図面作成作業を省力化した。

・盛土材土量管理の効率化

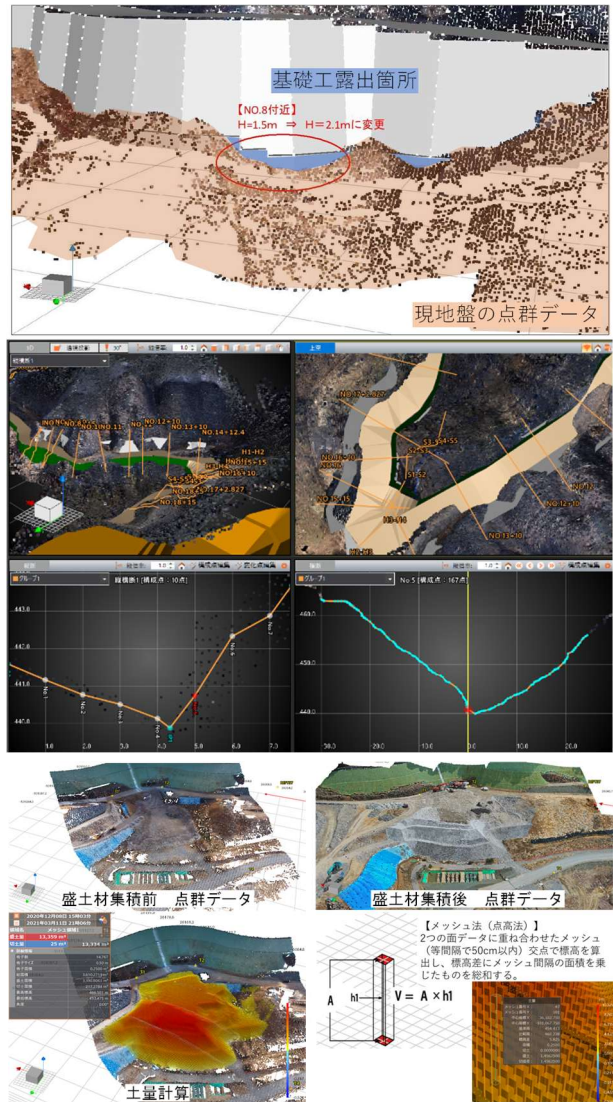
本工事の補強土壁盛土材は隣接工区のトンネルずりを破碎処理した盛土材料であり、盛土材料の数量管理方法として、破碎材集積前の地形データおよび集積後の地形データの点群データからメッシュ法により土量計算を実施した。

・測量作業の省人化

点群データの作成は UAV 写真測量により実施した。従来は測量作業に2名以上で所要時間は約1日必要だが、ドローン測量では1名で30分程度の作業であり、測量にかかる労務及び時間を削減した。

・安全性の向上

伐採工の出来形確認として、設計図書に示された範囲の伐採済みを確認する必要がある。急峻な地形かつ広範囲で行う測量作業に時間と労力を要すること、急峻であることから危険が伴うことが課題であった。今回はドローンで取得した点群に、設計伐採範囲の座標ポイントを点群データにプロットすることで、視覚的に設計範囲が伐採済みであることを確認し、急傾斜地での作業をなくして安全に作業した。



作業方法	作業内容		人員	作業時間
T S 測量 (従来)	現場作業	平板測量	2名	1日 (8時間)
	内業 (現場)	平面図・横断面図作成、土量計算	1名	1日 (8時間)
	合計		3名	2日 (16時間)
U A V 測量	現場作業	対空標識設置・撤去、飛行設定(DJI GS Pro)、ドローン写真撮影(自動操縦)	1名	30分
	内業 (現場支援室)	写真合成、点群データ作成、座標付け(Pix 4D mapper)	1名	4時間
	内業 (現場)	点群データ不要点削除、メッシュ土量計算(Trend point使用)	1名	30分
	合計		3名	5時間

3. 課題

航空写真から点群を生成する作業は数時間を要し、人の手による部分があるため自動化が望ましい。点群を処理し土量計算を行うソフトウェアは高価であり、導入には制限がある。

地中レーダー探査による地中埋設物の可視化

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（地中レーダー探査）							
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）					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト縮減	工期短縮	安全性向上	労働時間短縮	普及効果	PR 効果

地中レーダー探査と 3 次元モデルにより現場作業の時短と安全施工を達成

1. 事例概要

建設工事における地中埋設物の損傷事故は、年間を通じて全国で多数発生しており、ガス管や水道管、電力ケーブル等の破損は工事の中断や周辺住民への影響を及ぼすだけでなく、重大な二次災害につながる危険性も孕んでいる。このような事故を未然に防ぐため、地中レーダー探査は埋設物の位置や深度を非破壊で正確に把握できる有効な手段として注目されている。本報告では、実際の工事現場において地中レーダー探査を実施した事例を紹介する。

施工箇所には今回工事を行う上下水道施設の他に、雨水の排水管、電気配線、電気施設構造物、通信ケーブルなど、多数の埋設物があった。また、設計図書作成の基となっている埋設物調査資料が平成 23 年度の資料であり、年月が経過していた。また施工箇所の施設は土日祝日も稼働しており、施設内道路は通行止めができず、道路横断部や交差点部では試掘による埋設物の確認や調査が困難であった。そこで①埋設物の把握、②省力化、③通行車両への配慮の目的で「地中レーダー探査」を行うこととした。

【機器・技術のスペック】

地中レーダー探査とは、高周波の電磁波を地中に向けて放射し、跳ね返ってくる反射波の走時を測定することで、地中の様子を探査する手法であり、以下のような状況を把握することができる。

表-1 地中レーダー探査例

道路上	道路上以外
・空洞の有無	・トンネル背面のゆがみ
・道路路盤下のゆるみ	・コンクリートの亀裂
・既設埋設物の位置・深度	・構造物の配筋
・防空壕の位置、不発弾、遺跡	・貯水槽などの劣化

また、対象地盤の電磁波の伝搬難易度により探査深度が決まる。

表-2 周波数と深度・目的

アンテナ周波数	探査深度	探査目的
1.5GHz	0.2m～0.5m	トンネル背面、構造物の配筋、コンクリート亀裂、遺跡調査
1.0GHz	0.3m～0.7m	
800MHz	0.5m～1.2m	
400MHz	1.5m～2.0m	地下空洞、地質構造、埋設物、遺跡調査、トンネル背面
350MHz	2.0m～3.0m	地下空洞、地質構造、埋設物、遺跡調査
200MHz	1.8m～3.0m	
150MHz	2.0m～3.0m	

※赤字：今回採用

2. 採用の効果

採用の効果としては、当初の目的である①埋設物の把握、②省力化、③通行車両への配慮を達成することができた。試掘回数を減じることができたため、省力化、現場の生産性向上を達成できた。

また探査時には、交通誘導員を配置することで通行車両を止めることなく実施できた。

表-3 目的

①	埋設物の把握	埋設物の位置、深度の把握、設計図書に記載のない埋設物の把握
②	省力化	試掘回数の低減
③	車両への配慮	道路規制回数の低減

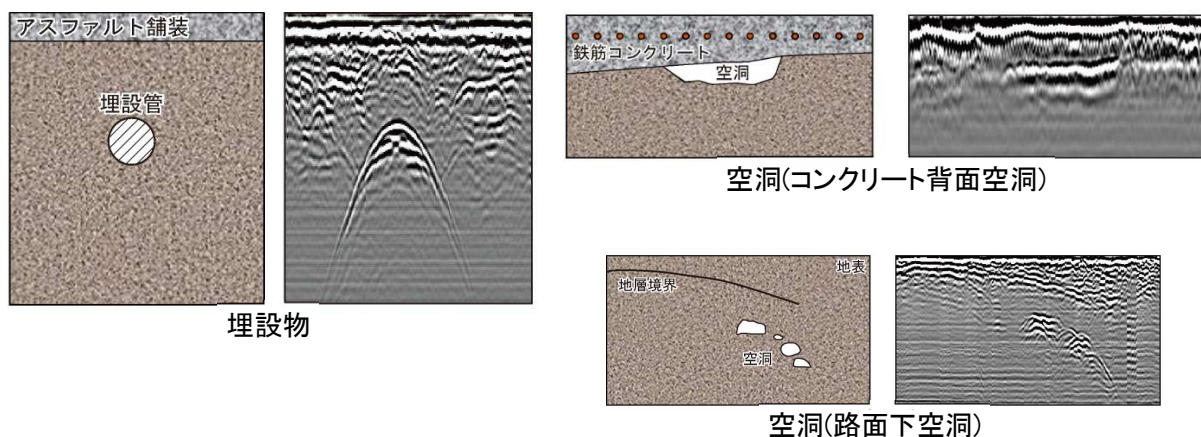


図-1 探査結果例

探査結果は、3次元モデルにより可視化することで現場内の関係者と共有した。地中不可視部の埋設物を予め把握することで、損傷させることなく施工できた。

3. 課題

- ・深度方向に重なる埋設物は、把握が困難であった。探査技術の向上に期待したい。

プレキャスト PC 床版の自動製図システム「PCaSlab-D」を用いた生産性向上

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)					
発注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果
受注者の採用効果	品質	施工	コスト 縮減	工期短縮	安全性 向上	労働時間 短縮	普及効果	PR 効果

1. 概要

大規模更新工事における床版取替工事の詳細設計業務では、設計計算・図面作成・数量計算を実施するが、最も多くの時間を有するのがプレキャスト PC 床版の図面作成業務となっている。そこで、設計業務の生産性向上を目的とし、プレキャスト PC 床版の自動製図システムを開発した。

このプレキャスト PC 床版自動製図システムは、4 つのシステム（プレキャスト PC 床版の自動割付、プレキャスト PC 床版の自動製図、3 次元モデル作成、出来形帳票出力）が連動して構成されている。

自動製図システムについては、線形計算データの XYZ 座標を読み込み、鋼桁上フランジ幅や鉄筋本数などの各種条件を入力することで、床版割付図、構造寸法図、配筋図（鉄筋加工図、鉄筋表）を出力することが可能である。鋼桁添接部についても、添接板厚やボルト突出長を入力し、ハンチ高さや調整モルタル厚の制限値を入力することで、自動でハンチ形状を算出し図化を行う。出力される構造寸法図の一例を図-1 に示す。また、床版継手形状についてもループ継手等の数種に対応している。最新のバージョンでは、分割施工に対応したプレキャスト PC 床版においても、図化が可能となっている。

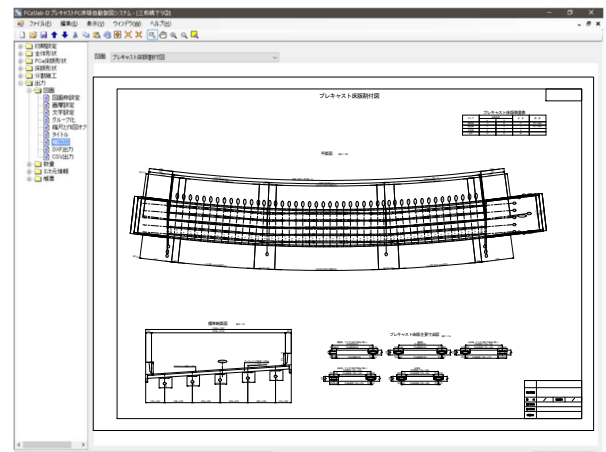


図-1 プレキャスト PC 床版割付図（出力）

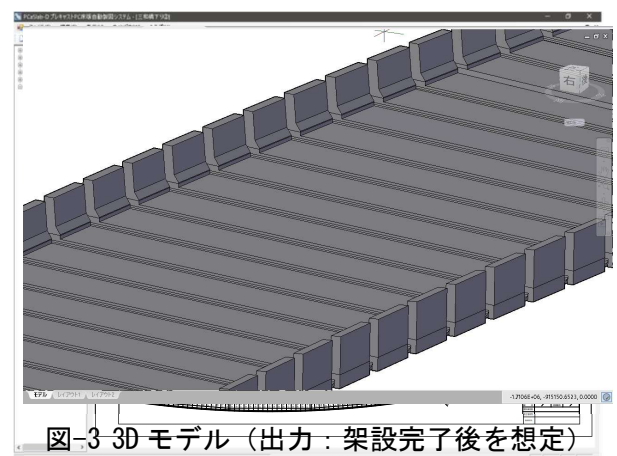


図-3 3D モデル（出力：架設完了後を想定）

図-2 プレキャスト PC 床版寸法図（出力）

3次元モデル作成システムによって、構造図の3Dモデル化（IFC、DXF）が可能（図-3）であり、施工計画への活用ができる。

出来形帳票出力システムは、製造されたプレキャストPC床版の寸法管理に必要な出来形帳票を、設計値が入力された状態で出力できる機能であり、エクセル上でフォーマットを修正することで、各発注機関の出来形帳票形式に対応が可能となっている。

2. 自動製図システムの効果

自動製図システムを採用した場合の、図面作成における低減効果を、表-1に示す。ある物件において、実際に必要な図面と、自動製図システムにより出力できる図面を比較し、図面の体裁や現場独自の対応に対する修正も含めて作業の低減量を試算した。全体的な作業減率は46%程度となり、特にプレキャストPC床版の寸法図および床版配筋図に限定した場合は、60%程度の作業低減効果を見込むことが可能となる。

表-1 生産性向上効果の検証

大分類	図面種類	図面枚数	自動作図図面	低減率
割付図	プレキャストPC床版割付図(その1~2)	2枚	有	0.50
寸法図	プレキャストPC床版寸法図(その1~14)	14枚	有 (打下ろし版無)	0.63
床版配筋図	プレキャストPC床版配筋図(その1~60)	60枚	有 (打下ろし版無)	0.56
間詰配筋図	プレキャストPC床版間詰め部配筋図(その1~3)	3枚	無	0.00
スタッドジベル配置図	スタッドジベル配置図	1枚	無	0.00
プレキャストPC床版壁高欄配筋図	プレキャストPC床版壁高欄配筋図(その1~5)	5枚	無	0.00
伸縮後打ち部配筋図	伸縮後打ち部配筋図(その1~4)	4枚	無	0.00
壁高欄摺り付け部寸法図	壁高欄摺り付け部寸法図	1枚	無	0.00
壁高欄摺り付け部配筋図	壁高欄摺り付け部配筋図(その1~4)	4枚	無	0.00
作業低減率全体平均				0.46

また、本システムの副次的効果として、道路線形に応じて形状が変化する各プレキャストPC床版の図面一式を実寸で描図できるため、製造工場の生産設計用図面として活用でき、製造管理業務の効率化および設計起因不具合の未然防止に資する。

3. 課題

自動製図システムにより出力された図面は、文字サイズの調整や図表の重なり等、出図にあたっては、若干の修正作業が必要となっている。また、新しい床版継手形式や、ハンチ、スタッドジベルなどの形状変更への対応は、プログラム自体の改修が必要となる。

なお、本システムは、今後、3D計測による出来形寸法の自動計測と出来形帳票との連動など、更なる生産性向上への機能追加を目指している。

4. 他社への提供が可能な技術

【本技術に関する問合せ先】

ピーエス・コンストラクション株式会社 技術本部 桐川 潔

TEL : 03-6385-8051

E-mail : kirikawa@psc.co.jp