受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門	台形 CSG ダムにおける	鹿島建設株式会社
最優秀賞	保護コンクリート構築の合理化施工システム	
₩/± ♥ 1m ±		

業績の概要

本技術は、上下流面が、階段状の保護コンクリートで覆われる台形 CSG ダムの施工において、型枠および目地・止水板の設置作業を自動化・合理化するシステムを開発・実用したものである。本システムは、H 鋼材を 2段重ねした打止め型枠(置き型枠)の設置・移設、15m スパン毎に設置する止水板の設置、打設時のコンクリート側圧による型枠の滑動・転倒の防止を行う各台車により構成され、成瀬ダム堤体打設工事(秋田県)で初適用しその有効性を確認した。



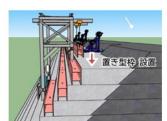
保護コンクリート構築の 合理化施工システム

業績の特徴

「保護コンクリート構築の 合理化施工システム」は、

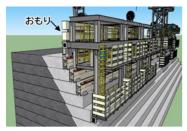
- ①置き型枠を自動で吊り上げ、所定の位置に設置する『置き型枠自動スライドリフタ』
- ②止水板の設置を容易にする『止水板台車』
- ③保護コンクリート打設時に置き型枠の滑動・転倒を防止する『おもり台車』の3種類の台車で構成さる。各台車は、置き型枠をレールとして走行するため、 堤体打設面でのクレーン作業を不要とし、堤体上での作業を阻害することなく保護コンクリートの施工が可能である。





置き型枠自動スライドリフタ





左:止水板台車 右:おもり台車

受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門	ロボットアームを用いた建設 3D プリンティングシ	清水建設 (株)
最優秀賞	ステム	
光体の揺用		

業績の概要

わが国においては建設技能労働者の不足・高齢化が進んでおり、従来の建設生産からの脱却が 急がれている。型枠工の技能労働者が減少しているコンクリート工事では、部材のプレキャスト 化などによる施工の合理化が推進されているものの、さらなる効率化の実現には新しい発想のコ ンクリート施工技術が求められていた。

本技術は、セメント系材料をノズルから吐出して積層することで、建設スケールの高品質な積層体の印刷を実現するものである。本システムを用いることで、(1) 高さ 2m を超える構造体の造形、(2) 各プリント層の界面 (積層界面) の一体化による品質の安定性、(3) 優れた力学特性、を同時に実現している点が他にはない特徴である。

すでに実プロジェクトで実用化され、土木・建築分野ともに 3D プリンティングを大型構造物に 適用する事例となった。これらプロジェクトでは、本システム適用によって、従来の木製型枠を 使用したコンクリート施工よりも現場工程を 6 割短縮できることが実証された。本技術は、単に 生産性向上に寄与するだけでなく、意匠の自由度向上、構造最適化による部材の軽量化、型枠廃棄ゼロによる環境負荷低減への貢献も期待できる。

業績の特徴

本システムは、設計モデルである 3D-CAD からロボットプログラムを自動生成し、任意の立体 形状を短時間で印刷することが可能である。プリント材料には、独自開発した繊維補強セメント 複合材料「ラクツム®」を使用する。本システムの特徴を以下に示す。

●システムの安定性

各種データを用いたフィードバック制御により、全体システムの安定性が高い。豊洲六丁目交通広場デッキ拡張計画での適用では、24 体の積層体を不良率 0%で印刷することを実現した。

●高い造形性能

高さ 2m まで積層することが可能であり、プリント後も積層体は設計どおりの形状を保つ。また、2 回の現場適用時に作製した積層体の形状誤差は $\pm 5mm$ 以内であり、高い造形精度が実証された。

●積層体の高い強度と靱性

積層体の圧縮強度は 100N/mm²以上(材齢 28 日)に達する。また,異方性はあるものの、繊維の補強効果により、積層体の曲げ強度 14 N/mm²を無筋で実現できる。

●積層体品質の安定性

品質のばらつきが小さく、耐久性が高い積層体を印刷できる。積層界面は目視で確認できないほど一体化し、表面吸水速度と表層透気係数に基づく品質グレードは「良」の結果であった。

受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門 優秀賞	6 m 継ぎロックボルト打設装置を搭載した ロックボルト専用機「BOLTINGER」	大成建設株式会社 古河ロックドリル 株式会社
米体の無用		

業績の概要

本技術は、従来人力で行っていた山岳トンネル工事のロックボルト打設作業を機械 化するものである。本技術の活用により、切羽近傍の危険な空中作業・重労働を完全 に機械化し、安全性を飛躍的に向上させ、大幅な省人化と生産性向上を実現した。

【特徴】

- (1) 削孔専用ブーム×2、打設専用ブーム×1を組み合わせた3ブーム仕様の機械(図-1)
- (2) ロックボルトを機械的に継いで打設する仕様(3m×2本、3m・4mにも対応)
- (3) モルタル供給装置を機体後方に搭載して一体化(図-2)
- (4) ガイダンス機能を搭載し、施工(削孔) データを BIM/CIM モデルに統合(図 $-4 \cdot 5$)
- (5) 作業員数を5人⇒2人に省人化し、生産性を2.5倍に向上
- (6) 切羽近傍の危険な空中作業・重労働を完全に機械化(図-3)

業績の特徴

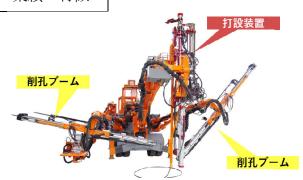


図-1.ブーム構成



図-2.モルタル供給装置



図-3.作業姿勢全景

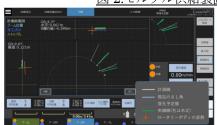
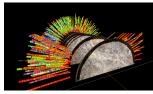


図-4.ガイダンス画面





受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門 優秀賞	山岳トンネルにおける遠隔技術を 活用した ICT 施工	(株)安藤・間 古河ロックドリル(株) マック(株)

業績の概要

本技術は、山岳トンネル工事の安全性と生産性の向上を目的として、国内初となるドリルジャンボの遠隔操作技術を開発し、穿孔作業時における切羽での無人化施工を実施した。

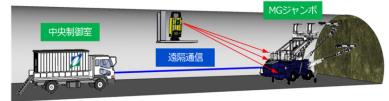
マシンガイダンス機能付きドリルジャンボ (以下 MG ジャンボ)をトンネル坑内に設置した中央制御室から操作できるよう遠隔改造を行った。中央制御室は防じん仕様とし、エアコンを設置することで、作業員は粉じん環境下での作業から解放され、快適な環境下で作業することができる。また、運用にあたっては、装薬孔の穿孔位置や掘削出来形などの施工データを中央制御室に集約して分析し、評価結果から発破パターンの最適化を図ることで発破作業を効率化する。本技術により、穿孔作業中における切羽への立ち入りが完全になくなり、切羽での安全性が大幅に向上した。また、余掘り量と使用火薬量について、熟練工による施工方法と比べて 20%程度低減し、生産性が大幅に向上した。

業績の特徴

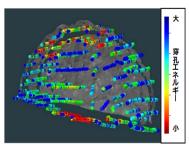
中央制御室と MG ジャンボを通信ケーブルで接続し、MG ジャンボに搭載した 5 台のカメラ映像とマシンガイダンス情報をもとに中央制御室からドリルジャンボを遠隔操作することで正確な穿孔作業を行う。MG ジャンボの遠隔化によって、装薬孔の穿孔位置をマーキングする必要がなくなり、穿孔作業時の切羽への立ち入りを完全になくすことができる。

また、三次元レーザースキャナで取得した切羽の掘削出来形と装薬孔の穿孔位置データを中央制御室に集約し、CIM に統合表示して両者の関係を評価する。評価結果にもとづいて「発

破パターン作成プログラム」で発破パターンを迅速に修正することで、地質状況の変化への柔軟な対応が可能である。



ドリルジャンボの遠隔操作



CIM による発破の評価



中央制御室からの遠隔操作の状況



穿孔作業の無人化

受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門 優秀賞	トンネル覆エコンクリート用自動化セントル — すべての作業工程に DX 導入した省人・省力化技術 —	西松建設株式会社 岐阜工業株式会社
業績の概要		

山岳トンネルの覆エコンクリート施工は、ここ数十年、作業の手順や作業人数に大きな変革がなく、長らく人力作業に頼ってきた。覆工作業は、一般にトンネル断面と同形の大型鋼製型枠(以下、セントル)を使用し、6 人ほどの作業員が 2 日に 1 回のサイクルで覆工打設を行っている。しかし、狭隘な空間での苦渋作業も多く、さらに作業員の高齢化や技能者不足を背景に、現場での施工品質の低下が危惧されており、作業の生産性向上が強く求められていた。

そこで、覆工作業に係る一連の作業工程(①セントルを所定位置にセットする作業、②覆エコンクリートを打ち込む作業、③セントルを脱型し次へ移動する作業)を機械制御のみで行えるように自動化し、作業を安全かつ効率的に実施できる『自動化セントル』を開発した。本技術は、従来の半分ほどの 2~4 人の作業員まで省人化でき、さらにこれまでと同じ施工精度と品質を保ちつつ、現場作業の生産性を上げることを実現した。











- ① 自動セット制御盤
- ② 自走装置制御盤
- ③ 自動配管切替システム制御盤
- ④ コンクリート高さ圧力管理システム制御盤
- ⑤ ラップ部設置管理制御盤
- ⑥ ベルト式自動ケレンシステム制御盤
- ⑦ 覆工加温養生システム制御盤
- ⑧ 鋼製妻板油圧ユニット制御盤
- ⑨ 操作用ペンダントスイッチ
- ⑩ 非常停止ボタン

自動化セントルの全景 (各種自動制御システムを搭載)

業績の特徴

■ 自動化セントルは、覆工作業を効率化する機械装置やセンサを多数装備し、またその動きを制御するシステムを搭載している。制御盤上でのボタン操作のみで、セントルのセットから覆エコンクリートの打込み、脱型・移動までの基本作業を実施できるため、覆工作業の大幅な省人・省力化を実現した自動化技術である。

① 自動セットシステム

測量機器(自動追尾トータルステーション)やアクチュエータ(油圧シリンダ)、各種センシング装置などと連携し、専用制御盤からの操作のみでセントルを所定位置へ正確にセットできるシステム。設計位置ではなく、既設覆工の出来形に合わせて最終セットすることで、安全かつ高精度に作業できる。

- ② 覆エコンクリート打設自動化システム
 - コンクリート検知センサと自走式マニピュレータによる配管切替装置を用いて覆エコンクリートの打込み作業を自動化したシステム。コンクリートが所定の打込み高さに達すると自動停止し、自走式マニピュレータが配管を自動で切り替えて打込みを再開する。タブレットによる遠隔制御もできる。
- ③ <u>脱型・移動システム</u>

セントルの脱型・移動作業を制御盤からの操作で安全かつ短時間に実施できるシステム。脱型時のフォーム収納やセントルダウンの操作は、自動セット作業の逆手順によりボタン操作のみで実施でき、 またセントルの移動は自走装置制御盤で自動化されており、移動量を入力するだけで実施できる。

受賞名	受賞業績名	受賞者名
大賞部門選考委員会賞	建設現場の非接触・リモート化を実現する 「遠隔協議」および「遠隔臨場」 データ共有クラウドサービス「CIMPHONY Plus」による施工データー元管理	福井コンピュータ 株式会社

■業務の概要

本技術のうち、「遠隔協議」では、VR(バーチャルリアリティ)空間に複数人が遠隔地から参加 し打ち合わせを行う。VR データは、点群データおよび 3D モデルをもとに作成され、現地状況を 正確に再現する。「遠隔臨場」では、施工後の受発注者間での出来形検査をリモートで実施する。 従来は、受発注者が施工現場に集合して検査を行う必要があった。

上記 2 つの技術は、テータ共有クラウドサービス CIMPHONY Plus (シムフォニー プラス、NETIS 登録番号 KK-210003-A) を介して実施する。



■業務の特徴

CIMPHONY Plus は、施工に関わる各種データをクラウド上に"位置情報と時間軸"で一元管理する。関係者はインターネット環境があればどこからでもデータにアクセスでき、スムーズにデータを確認・共有できる。



「遠隔協議」は、主催者がこのクラウドに VR データをアップロードし、遠隔地から関係者がこの VR 空間にアクセスすることで実施できる。また、「遠隔臨場」は、出来形管理ヒートマップをこのクラウドにアップロードし、発注者事務所と施工現場からそれぞれアクセスすることで実施できる。

CIMPHONY Plus 上でデータを一元的に管理することで、関係者間でのデータ共有をスムーズにし、CIMPHONY Plus を介して実施される「遠隔協議」および「遠隔臨場」では、現地調査や施工協議、出来形検査等における移動時間および移動費用の削減が可能となる。また、これらの技術は非接触で行われるため新型コロナウイルス等の感染症対策にも有効である。