

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-143	ICT 削孔管理システム	ライト工業(株)
--------	--------------	----------

▶ 概要

本システムは斜面对策工事であるアンカー工やロックボルト等の削孔工に関して施工状況のリアルタイム計測、計測データの帳票化機能により現場作業の負担軽減を図る施工管理システムです。

▶ 開発背景

従来の施工管理方法での課題として、マシンセット状況や削孔長確認に人手を要する点や、施工計測結果を作業終了後にデータ整理する必要がある、施工を管理する社員の負担となっている点がありました。そこで計測技術のバックアップにより社員の作業負担軽減や効率化することを目的としました。

▶ 特徴

本システムは既存の削孔機に各計測ユニットを取付け、削孔工の出来形計測（削孔角度、削孔長等）を行い、計測データは無線通信にて管理モニターに集積、施工状況のリアルタイム確認や出来形の帳票データ化を行えます（写真-1、図-1）。



写真-1 使用状況

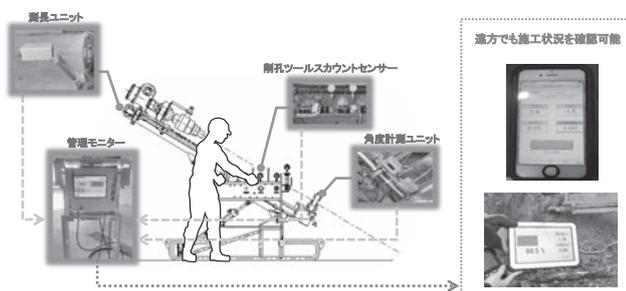


図-1 システム構成

システムの機材構成は以下の内容となっています。

- ・管理モニター（施工データの表示、出来形帳票出力）
- ・角度計測ユニット（傾斜角度、方位角度の計測）
- ・測長ユニット（削孔機の掘進機ストローク距離を計測）
- ・削孔ツールスカウントセンサー（削孔に使用するツールス

本数の自動計測機器）

又、本システムは削孔機各機種への搭載可能となっており、アンカーやロックボルト等幅広い工種へ対応可能となっています。

(1) 削孔角度計測

マシンセット時の施工管理として削孔角度の計測があります。本システムでは脱着可能な角度計測ユニットにて傾斜角度及び方位角度の計測を行います。計測した角度データは管理モニターにて表示し、記録されます（図-2）。

(2) 削孔長計測

削孔長の計測はレーザー式測長ユニットとツールスカウント機能にて計測します。レーザー式測長ユニットでは削孔機掘進装置のスライド距離を計測します。又、削孔機操作レバーに併設したセンサーにて削孔中もしくは削孔ツールス継足の施工状況を判断し、削孔に使用したツールス本数を自動的にカウントします。これら機能により施工状況の進捗率をリアルタイムに確認することができます（図-3）。

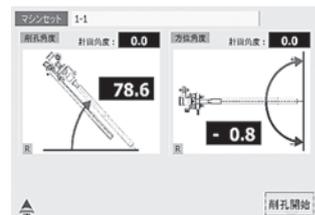


図-2 姿勢角計測画面



図-3 削孔計測画面

(3) 施工状況確認

管理モニターでは削孔角度と削孔長の計測データを表示し施工状況の確認が行えます。又、管理モニターの遠隔表示機能にて離れた位置からでも施工状況確認が可能です。Wi-Fi 通信可能なタブレットやスマートフォンを使用することで閲覧可能となります。

(4) 施工データ管理

管理モニターでは事前に計画データを登録することで施工内容の確認ができます。又、施工結果として各項目（施工日時、施工位置、削孔方位、削孔長等）が記録され日々の管理が行えます。記録されたデータは出来形帳票データとして即時作成が可能です。

▶ 用途

- ・各種削孔工
- ▶ 実績
- ・中国自動道盛土補強工事

▶ 問合せ先

ライト工業(株) 施工技術本部 機械統括部 機械部
〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区3画地
TEL: 029-846-6175

新工法紹介

03-193	タワークレーンの自動運転支援システム	三井住友建設 IHI IHI 運搬機械
--------	--------------------	---------------------------

▶ 概要

建設業では、少子高齢化に伴う労働者の減少により熟練技能者の担い手不足が深刻化しつつある。その一つとして、超高層建物などで使用される工事用タワークレーンでは、鳶工との無線通信による誘導・強風時や夜間など目視確認しづらい状況下での操作など、高度な操作ノウハウが要求される。このような技能訓練はマニュアルでは解決することが難しく、従来の徒弟制度では育成に長い経験年数を要するため近い将来、安全性や生産性の低下が懸念される。本システムでは、クラウド上に構築した施工情報システム（BIM 座標・取付順番・施工中の仮設物の情報）と、自動誘導システムと、クレーンシステムを連携させ、熟練オペレーターの負荷軽減と非熟練オペレーターの安全性と生産性を支援する次世代クレーンを目指すものである。また将来には、自動集積された稼働データにより、工事進捗をリアルタイムに可視化することで、作業所・本支店・関連企業での情報共有に向けた取り組みも目指している。



図一 運転支援システムを導入したタワークレーン

▶ 特徴

＜部材情報との照合＞

あらかじめ、クラウド上の施工情報システムに BIM データを基にした施工計画情報（プレキャスト（PCa）部材情報、取付け位置、施工順番の情報など）を登録し、PCa 部材に貼付された RFID タグを現場搬入時に読み取ることで、順番・行き先が施工計画と自動照合され、予定通りであれば、クレーンの自動経路の探索へと移行する。

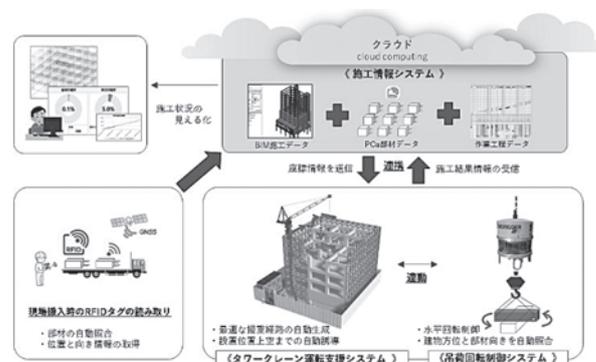
＜自動誘導システムとクレーンシステム＞

出発地点と行き先および架設障害物の条件を元に、クレーンの最適経路が計算され、経路に基づいて巻き上げ・旋回・起伏が自動で行われる。

＜吊荷回転制御システム＞

三井住友建設では豪州のロボリガー社と、吊荷回転制御システムを共同で開発した。タワークレーンの揚重作業と連動して PCa 部材の水平回転・保持は、施工計画情報で設定された方位角へ自律で回転・保持がおこなわれ、スムーズな降下設置作業を可能にする機能が備わっている。方位角は設計図に基づいた方位角と GNSS（Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム）を活用した現方位角の整合を適宜おこない調整される。介錯ロープを介して人力で吊荷を回転する作業が不要となり、吊荷の衝突・作業員の転落災害のリスク減少が可能となり、さらに回転操作を事前に行うことで設置時間が短縮され、クレーンの稼働率向上が可能となる。

今後、建設生産プロセスの変革を方針の一つに掲げ、計画と施工を繋げたデータ連携を構築し、建設業のデジタル化を支援する次世代建設生産システムとして、さらなる安全性と生産性の向上にフィードバックしていきたい。



図二 システムの全体イメージ図

▶ 用途

- ・タワークレーン
- ・吊荷の回転制御

▶ 実績

- ・(仮称) 聖蹟桜ヶ丘 PJ A 敷地新築工事

▶ 問合せ先

三井住友建設(株) 事業創生本部 次世代生産システム部
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号
TEL：03-4582-3000（代表）

新工法紹介

04-441	自由断面掘削機 遠隔操作システム 「Tunnel RemOS-RH」	西松建設 ジオマシン エンジニアリング
--------	--	---------------------------

▶ 概要

本技術は、自由断面掘削機による掘削を遠隔で実施可能な無人化施工システムであり、『遠隔操作室』、『映像・操作信号通信システム』、『機体制御システム』および『掘削ガイダンスシステム』で構成されている（図-1）。

① 遠隔操作室

遠隔操作室内には遠隔操作コクピットおよびモニタが配置されており、このモニタ画面を見ながら機体走行やブーム操作等を遠隔で行う（図-2）。なお、重機運転者にとって重要な情報となる機体稼働音や掘削音（切削音）もコクピットに伝えられる。

② 映像・操作信号伝送システム

自由断面掘削機には9台のFHDカメラが設置されており、それらの映像データは坑内と機体に設置した通信アンテナによって遠隔操作室に無線伝送されるとともに、操作信号が遠隔

操作室から自由断面掘削機に伝送される。同時に、機体姿勢、掘削位置（カット位置）やカットトルク等の稼働データも遠隔操作室に伝送され、その情報の一部はコクピットモニタに表示される。また、これらの情報は専用PCに運転データとして蓄積される。

③ 機体制御システム

遠隔操作室からの操作信号は、映像・操作信号伝送システムを介して自由断面掘削機に設置された機体制御盤に伝送され、その信号をもとに機体が遠隔制御される。

④ 掘削ガイダンスシステム

機体に取り付けられたセンサや3Dスキャナを使用してブーム先端（カット）の絶対座標を計算し、掘削切羽におけるカット位置が遠隔操作室モニタに表示される。オペレータは映像情報に加えてこのカット位置情報も参考に遠隔操作による掘削作業を行う。また、ここで得られたカットの軌跡および掘削に要した電力量（掘削エネルギー）から掘削体積比エネルギーや地山強度といった地山性状を示す値が算出され、モニタにリアルタイム表示される。

▶ 特徴

① 安全性の向上

自由断面掘削機による掘削作業の操作を崩落等危険性の高い切羽から離れ、安全で良好な環境下の室内（遠隔操作室）からオペレータが遠隔で実行可能。

② 作業環境の改善

掘削に伴う粉じんや激しい振動・騒音にも晒される過酷な環境下での作業を切羽から離れた室内で行うことができる。

③ 高精細映像の無線伝送

小電力無線やVバンド帯高速無線LAN等の無線方式を組み合わせることで、複数の高精細映像を低遅延で安定して遠隔操作室に伝送することが可能。

▶ 用途

・山岳トンネルの掘削工事

▶ 実績

・長崎497号 松浦1号トンネル新設工事

▶ 問合せ先

西松建設(株) 技術研究所 土木技術グループ

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-1 住友不動産虎ノ門タワー 21階

TEL：03-3502-0247



図-1 自由断面掘削機遠隔操作システムの構成

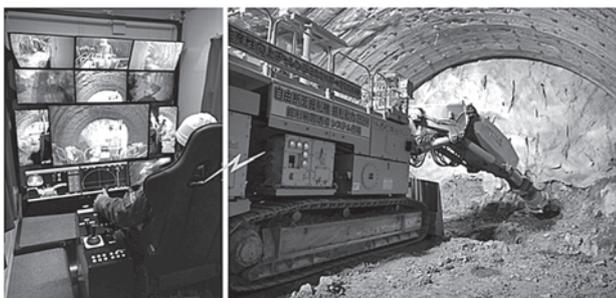
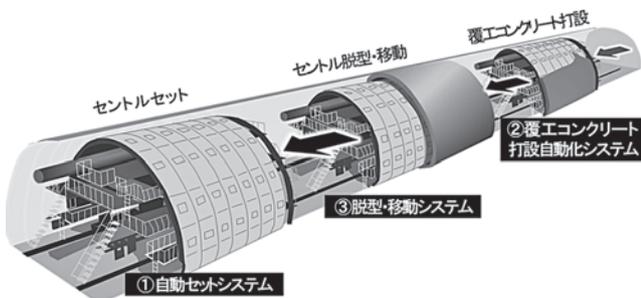


図-2 遠隔操作試験実施状況

04-444	山岳覆工コンクリート用 自動化セントル	西松建設 岐阜工業
--------	------------------------	--------------

▶ 概 要

山岳トンネル工事における覆工コンクリートの施工において、西松建設・岐阜工業は、アーチ型の鋼製型枠（以下、セントル）を用いた覆工作業をすべて機械制御化し、ボタン操作による指令のみで基本動作を実施・制御することができる「自動化セントル」を開発した。搭載する主なシステムは、①自動セットシステム、②覆工コンクリート打設自動化システム、③脱型・移動システム、の3つ（図一1）で、覆工作業員を従来の6人から2～4人まで省人化することができる。



図一1 自動化セントル概念図

▶ 特 徴

①自動セットシステム

専用制御盤を用いた操作で、測量機器やアクチュエータ・各種センシング装置などと連携してセントルを所定位置へ正確にセットできるシステムである（図一2）。TSで取得したセントルの自己位置データと設計値との差分値に基づき、セントルの位置や姿勢を自動調整した後、フォームを所定位置まで自動拡幅する。作業は最小2人で、従来の半分以下の時間に短縮でき、据付誤差は従来と同程度の3mm以内である。

②覆工コンクリート打設自動化システム

自走式マニピュレータを用いて配管の切替えおよび覆工コンクリートの打込み作業を自動化した技術である（図一3）。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、次の配管孔へ自動で切り替わる。打込み作業の進捗状況はタブレット端末でも確認でき、高流動コンクリートを用いた場合、最小2人での打込み作業を実施できる。

③脱型・移動システム

セントル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る。



自動セット制御盤での基本操作



セントル自己位置測量

図一2 自動セット作業状況



図一3 自走式マニピュレータを用いた覆工自動打設

また、セントルの走行移動は自走装置制御盤で行うことができ、移動量を入力するだけで任意の位置まで移動できる。

▶ 用 途

・山岳トンネル工事（覆工コンクリート工）

▶ 実 績

・第17-41330-0033号 道路橋りょう整備（再復）工事（トンネル）（トンネル延長474m）

▶ 問 合 せ 先

西松建設(株) 技術研究所

〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目2番1号

TEL：03-3502-0247（代表）

新工法紹介

04-445	タワークレーン 3次元 自動誘導システム	戸田建設
--------	-------------------------	------

概要

この技術は、従来クレーンのオペレーターが手動で行っていたタワークレーンの操作が、コックピットモニターの操作画面をタッチするだけで、自動で可能となるシステムである。

図-1に、当システムによる鉄骨部材の移動ルートのイメージを示す。鉄骨部材のBIMデータと施工計画データを基に揚重する部材を自動で判別し、部材の移動ルートを自動で作成する。揚重部材の自動判別は、荷取り地点において揚重する部材に取り付けられたQRコードを読み取り、該当するBIMデータと照合することで行う。

図-2に本システムの概要図を示す。本システムは、「コアコントロールユニット」と「コアコントロールシステム」により構成される。コアコントロールユニットはGNSS (Global Navigation Satellite System)^{*1}受信機・各種センサー・高感度カメラを搭載しており、タワークレーンで吊り上げた吊荷の位置・方向・姿勢・吊荷の振れを把握し、これらを制御することが可能である。一方でコアコントロールシステムは、コアコントロールユニットが取得した情報を収集し、モニター等の各種端末にて表示・制御することができる。

また、コアコントロールユニットには荷振れ制御システムを搭載している。ユニット内にあるモーションセンサーが吊荷の振れを検知すると、吊荷の振れる方向(速度)とは逆の向きに推力が発生するよう、ダクトファンと呼ばれる推進器が稼働し、吊荷の振れを自動で抑制する。

※1:人工衛星を使用して地上の現在位置を計測する「衛星測位システム」のうち、全地球を測位対象とすることができるシステムのこと

特徴

- ①タワークレーンで揚重する鉄骨部材の判別、鉄骨部材を取り付けるまでの移動ルートの設定、タワークレーンの操作、及び荷振れ等の制御を自動で行うことができる。
- ②状況に応じた安全かつ効率的な方法、吊荷を指定の位置へ自動的に誘導することができる。
- ③荷振れ制御システムにより、従来はオペレーターの技量に依存していた吊荷の荷振れ制御の自動化が可能となる。

用途

- ・鉄骨工事

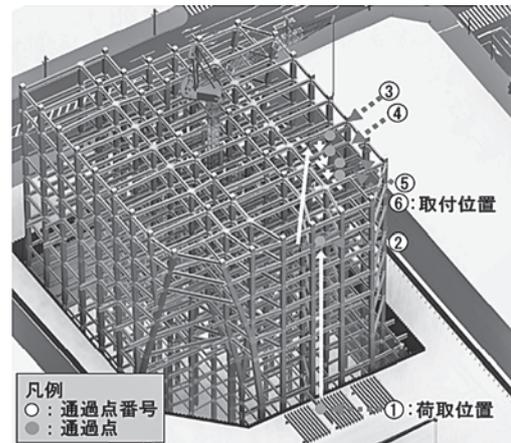


図-1 鉄骨部材の移動ルートのイメージ

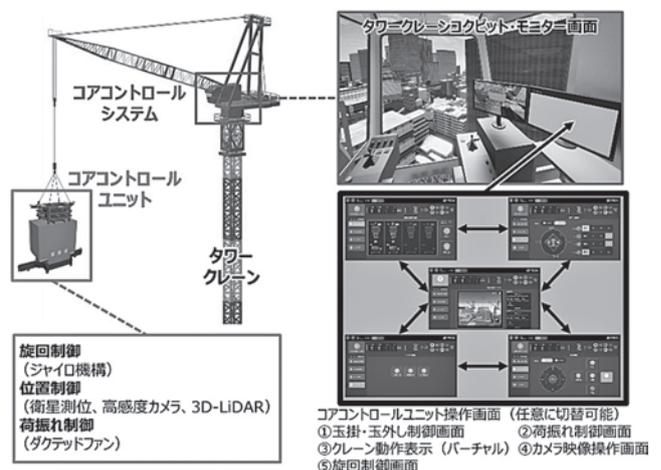


図-2 システム概要図



写真-1 実証試験の状況



写真-2 コアコントロールユニット

実績

- ・S大学新病院棟新築工事 (RCS造)

問合せ先

戸田建設(株) イノベーション本部
〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1
TEL: 03-3535-2401