

## デジタルツインによる現場管理手法に関する提案

(株)大林組	正会員	○鬼頭	昂平
(株)大林組	正会員	小俣	光弘
(株)大林組	正会員	土橋	武夫
(独)水資源機構		飯島	芳則

## 1. はじめに

建設現場は熟練した技術をもつ技能労働者の存在が不可欠である。しかし、昨今は労働力の減少から、技術を補う自動化および省力化技術が求められている。これまで、西本ら<sup>1)</sup>による機械作業の自動化と安全性向上に寄与するシステムが提案されている。川上ダム本体建設工事では、山中ら<sup>2)</sup>による BIM/CIM との連携や、小俣ら<sup>3)</sup>による施工工法の選定や作業の平準化を行うことで、自動化技術の適用範囲を拡張した。このシステムは、三谷ら<sup>4)</sup>によるクレーン自動運転システムへと発展し、技能労働者不足を補う技術として実証された。

本稿では、上記を技術融合したデジタルツインによる現場管理手法を、実際のダム天端橋梁部における主桁架設作業に適用した内容を報告する。

## 2. 工事と適用技術概要【自動運転技術と CPS の融合】

川上ダム本体建設工事は、三重県伊賀市に堤高84m、堤頂長 334m、堤体積 45.5 万m<sup>3</sup> の中規模の重力式コンクリートダムを築造する工事である。

本工事では、国内最大級の 25t タワークレーンを 2 基導入し、その運搬作業に自動運転システムを導入している。このクレーンの管理方法として、Cyber Physical Systems(以下、CPS)を導入した。このシステムでは、クレーンだけでなく人や建機の情報も、デジタルツインにより一元管理し、効率化する手法を検証した。

クレーンの自動運転は、荷下ろし位置入力を行うことで、AI が最適な運搬経路生成を行い、運搬中は 3D-LiDAR とカメラ画像で周辺環境を取得することで、自律運搬動作の安全を確保するシステムである (図-1)。

CPS は現実空間におけるセンサー情報を、デジタル空間上にリアルタイムに反映することで、安全管理に利用するシステムである (図-2)。川上ダムでは、クレーンに加え、人や建機の位置情報を GNSS 端末で取得し、施工段階で利用する BIM/CIM(以下、施工 CIM)のモデルに統合した。施工 CIM は UAV 測量による点群データを背景情報として加え情報を高度化したモデルである。以上、2つのシステムを融合し、コンクリート打設時に運搬精度と表現のリアルタイム性を確認し、天端橋梁の架設作業へとシステムを発展させた。

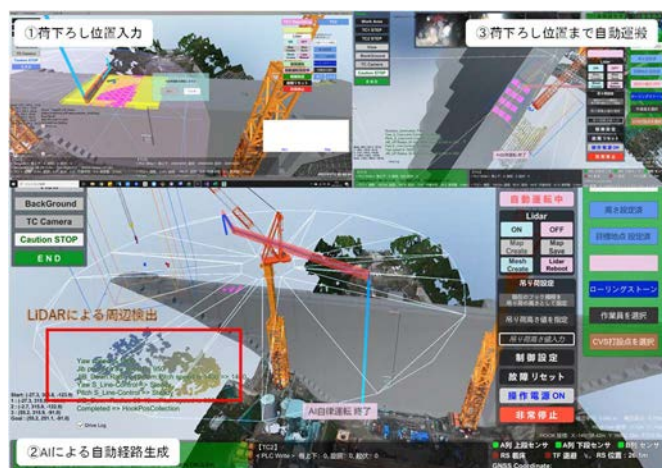


図-1 クレーン自動運転の管理画面



図-2 GNSS 端末使用状況と CPS 管理画面

キーワード コンクリートダム, デジタルトランスフォーメーション, 自動運転, デジタルツイン, CPS  
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL03-5722-1322

### 3. デジタルツインによる現場管理【CIMと連動したダム天端橋梁自動架設】

ダム天端橋梁部主桁の架設作業をタワークレーンによる自動運転システムにより施工した。これはダム天端上に搬入した部材長 14.2m のプレキャスト PC 桁を、地切り後の巻き上げから所定の箇所まで自動で運搬するものである。

部材の製造情報まで取り込んだ詳細な施工 CIM モデルを自動化システムに反映させ、施工と安全の管理だけでなく、品質管理も含むデジタルツインシステムの高度化を実証した。

タブレット端末上の操作画面で設置したい桁を選択し(図-3)、制御室にある制御システムへ運搬開始許可を求める信号を送信する(図-4)。最後に制御室にいる管理者が作業開始許可ボタンを押して許可を行うと運搬が開始される。図-5に UAV で上空から撮影した実際の運搬状況、図-6に管理画面上での稼働状況を示す。実証時には2つのデータ取得に差異はなく、リアルタイムに現場状況が再現できることを確認した。

一連の流れにおいて、クレーンのオペレータはパソコンやタブレットの操作画面上で作業指示を行うことができ、クレーンの監視が主な業務となるため、稼働状況を確認できる環境であれば、場所を問わず操作が可能である。

現状、オペレータは法的な制約で運転室に常駐しなければならないため、管理室とオペレータの制御はそれぞれ独立したものであるが、今後は遠隔地からの機械操作も実現できる可能性がある。今回の施工では5本の主桁すべてを計画通りの位置に運搬することができ、デジタルツインを用いた管理手法が生産性向上に有効であることを確認した。

### 4. おわりに

本稿では、タワークレーンの自動運転と CPS を組み合わせたデジタル管理手法が生産性や安全性の向上に有効であることを確認した。一方で、システムの高度化には、施工 CIM のモデルを必要な詳細度で作成し、システム間の連携を図ることが不可欠だと分かった。本稿が今後のダム事業だけでなく、建設現場全体の働き方改革の一助になれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 西本卓生, 蔵元一成, 岩下正剛, 森直樹, 徳永倫一: ダム建設における建設機械自動運転化への取り組み, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, VI-686
- 2) 山中哲志, 小俣光弘, 松尾昂祐: 川上ダム本体建設工事における施工 CIM の導入, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, VI-707
- 3) 小俣光弘, 上高克弘, 山中哲志, 富行穂: 川上ダム本体建設工事の施工工法に関する論理的考察, ダム工学 32 巻 1 号, pp.28-39
- 4) 三谷裕哉, 笹原大介, 佐藤圭吾: クレーン自律運転システムの開発, 日本建設機械施工協会機関誌「建設機械施工」

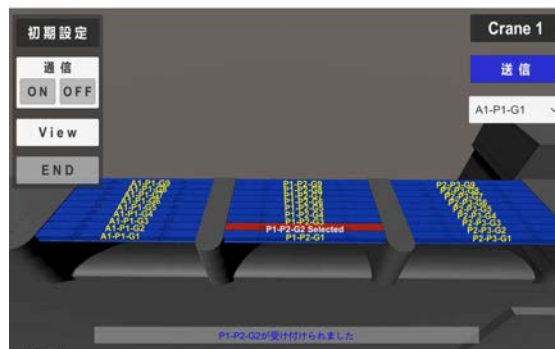


図-3 現場タブレット操作画面



図-4 制御室からの制御状況



図-5 実際の現場状況

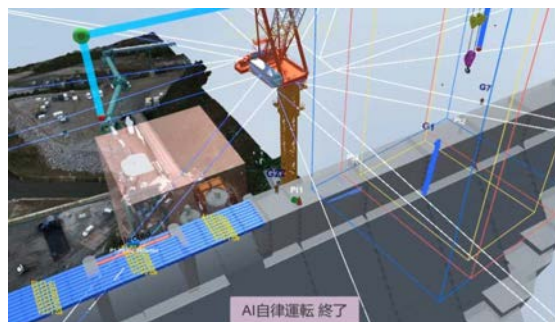


図-6 デジタルツイン上の管理画面