

BIM/CIM と ICT を活用した PC 箱桁橋梁における生産性の向上について（その1）

(株) IHI インフラ建設 正会員 ○若林 良幸 (株) IHI インフラ建設 正会員 赤松 輝雄
 オフィスケイワン (株) 正会員 保田 敬一 (株) アイティーティー 辻井 祐
 千代田測器 (株) 平原 幸男 国土交通省 近畿地方整備局 三谷 健太郎

1. はじめに

近年、建設現場では熟練技術者の減少や高齢化、若手労働者の減少により、現場力が低下することが喫緊の課題となっている。建設現場の生産性が上がらない理由の一つとして、建設全体のプロセス効率化の遅れや労働環境が悪く、作業が思うように進まないことなどの問題も存在する。これらの問題を解決する必要があることから、本工事では CIM に ICT を連携させた。デジタルツインとは、図-1 のようにリアルタイムに取得したデータをパソコン上に再現し、設計、分析・解析などを行いながら施工から維持管理まで、さまざまなシーンで活用できるものである。そこで、本稿では現場で試行したデジタルツイン活用について報告する。

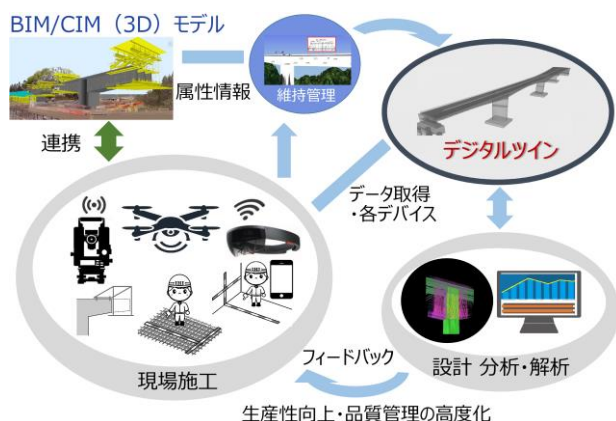


図-1 デジタルツインワークフロー

2. 工事概要

本工事は、国土交通省近畿地方整備局発注の九頭竜川橋上部工事で、張出し架設工法により橋長 273m の PC4 径間連続箱桁橋を構築するものである。また、本橋は国道 158 号および九頭竜川が交差し、施工中はこれらを利用する第三者の安全確保が求められた。さらに、早期の完成には、複数の異なる工種を同時に着手することから、作業の輻輳が予想された。そこで、安全の確保や省力化・省人化を目的として、IoT により建設機械データを自動で取得しながら、施工したものである。図-2 に建設機械の 4D システム概要を示す。

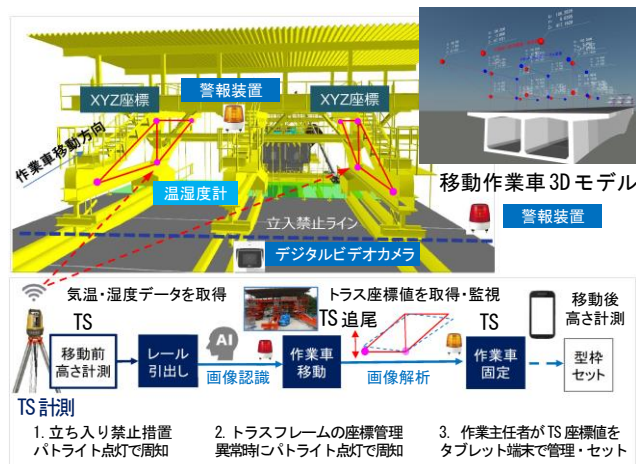


図-2 建設機械の 4D システム概要

3. 橋梁建設機械の 4D システムによる取組み

(1) トータルステーション技術座標管理システム

最初に移動作業車を 3D モデルで作成し、レーザー光でプリズム XYZ 標点を自動で追尾するトータルステーション（以下、TS）計測器と連動させた。また、機械の位置や動きの情報をクラウド経由でタブレット端末に読込んだ（図-3）。次に、TS が自動追尾するプリズムを作業車に設置し、移動距離や高さの動きを高精度に取得した。これにより、作業主任者がタブレットに表示されている値を用い機械を移動・設置した。

(2) 画像認識・解析技術安全管理システム

現地にデジタルビデオカメラを設置し、図-4 に示すように、画像認識 AI 技術で人を認識する関係者以外の

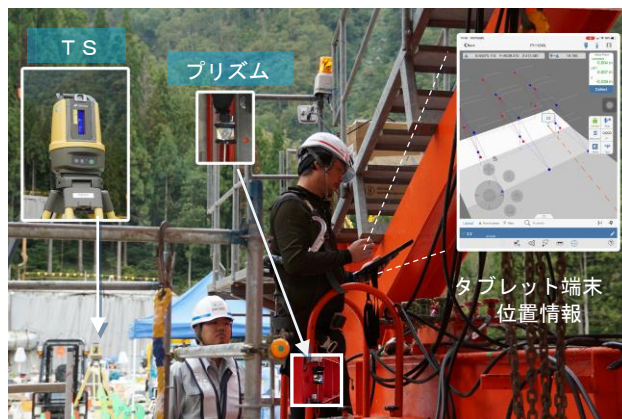


図-3 TS 技術座標管理システム試行状況

キーワード：4DCIM, TS 測量技術, AI 画像認識・画像解析技術, 生産性向上, 橋梁建設機械

連絡先：〒135-0016 東京都江東区東陽 7-1-1 (株)IHI インフラ建設 TEL03-3699-2809

立入禁止措置や、画像解析技術(座標)を用いて、作業車に設置した基準マーカから移動中の変位をリアルタイムにデータを取得した。これらにより、墜落・転落、関係者以外の立ち入りなどの異常を監視し、設定した前後の座標値の制限 50mm (定めた閾値) を超えた場合は、警報装置 (パトライト) が発光・回転するシステムを構築した。具体的に以下の順序で試行した。

- ① 事前作業として、デジタルビデオカメラレンズの歪みを校正する。
- ② 移動作業車に、基準マーカプレートを両端の主体トラス前後に 2 箇所、計 4 箇所設置する。次に移動作業車の墜落・転落防止用警報装置および作業中、関係者以外の立入禁止用警報装置、計 2 台を設置する。
- ③ デジタルビデオカメラと PC パソコンをつなげる。画面上で画像解析ソフトウェアを立ち上げると同時に、ネットワーク・ビデオ・レコーダーを起動する。次に作業車および橋面の手摺付近に固定しておいた無線 LAN 搭載の警報装置と接続する。
- ④ 警報装置の動作確認をしたのち、画像解析ソフトウェアから、次の項目を管理する。指定した範囲で人を認識した場合は警報装置 (赤色) の作動状況、主体トラスが閾値を超えた場合は警報装置 (黄色) の作動状況を管理しながら作業を進める。

図-5 に、設定した安全管理システムの PC 画面を示す。また、事前にマーカプレートと警報装置の事前、連動ラグを確認し移動管理に反映させた。



図-4 画像認識・解析安全管理システム試行状況

4. 検証結果

建設機械の 4D システムの取組みにより、以下の事項が判明した。安全管理システムの事前試行では人が解析用のマーカをさえぎった場合、一時的に座標値を認識できない場合がある。そのような場合でも状態監視が可能なように、画像処理の認識率を向上させ、映像



図-5 画像認識・解析例

情報を読み込むスピードが速いネットワークカメラを用いた。さらに、座標の情報確認用に高性能デジタルカメラを用い 2 秒ごとに、XYZ 座標値を取得して使用するデジタルビデオカメラと比較した結果、同様の精度であることも確認できた。従来は、TS による移動位置の墨だしや作業車設置時のレベル計測、目視による作業車移動時の見張り員が必要であった。このシステムにより、作業車の位置や動きをミリ単位に自動取得することが可能である。よって、複数人による墨だし作業や計測作業、見張り員をなくした結果、人数・作業時間を 22% 縮減することができた (図-7)。

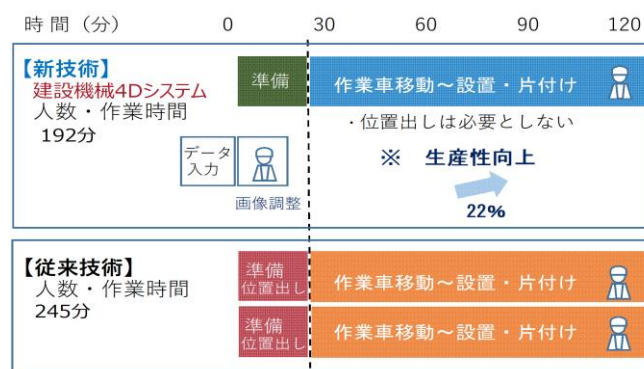


図-7 建設機械 4D システム試行結果

5. おわりに

CIM と ICT を連携させた結果、生産性向上につながった。また、その取得したデータは安全管理やバーチャルリアリティ (VR, AR) による教育、さらには、たわみデータなどを取得し品質管理などにおける深層学習 (AI) のデープラーニングに使う教師データにも活用できると考える。本研究は、国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」で助成を受けた試行業務である。最後に、本試行の実施にあたり、ご指導、ご協力を頂いた近畿地方整備局の関係者の方々に、深く感謝の意を表します。