

コンクリート打設管理システムの運用の現状と今後の開発について

三瓶 晃弘*¹・丸山 哲則*²

概 要

現在、コンクリート打設作業の確認や指示は、監督職員が作業員の役割等を目視で判断している。しかし、監督職員の経験や施工規模などによっては対応の下手際や指示の遅れから作業効率や品質の低下が発生し、品質トラブルの原因となる。本システムは、それらの課題解決のために AI により各作業員の行動を分析して、数値や図としてリアルタイムで可視化、管理するシステムである。インターネット環境があればどこからでも閲覧でき、施工管理・作業指示のサポートや遠隔臨場への対応が可能である。今後は床版や柱など単純な構造から複合的な構造に対応するシステムへ開発を進めていく。

キーワード：施工管理，品質管理，ICT，AI，遠隔臨場

THE CURRENT OPERATION OF THE CONCRETE PLACEMENT MANAGEMENT SYSTEM
AND ITS FUTURE DEVELOPMENTAkihiro SAMPEI *¹, Tetsunori MARUYAMA *²

Abstract

Currently, the confirmation and instructions for concrete placement work are carried out by supervisory personnel while visually assessing the roles of the workers. However, depending on factors such as the experience of the supervising staff or the scale of the project, mishandling or delays in issuing instructions can lead to a decline in work efficiency and quality, which in turn can cause quality issues. This system can analyze each worker's actions using AI to address these issues, by visualizing and managing them in real-time as numbers and charts. With an appropriate internet environment, this system allows the viewing of these data from anywhere, supporting construction management and work instructions, as well as responding to the needs from remote site. Moving forward, our research team plans to further improve the system so that it can handle more complex structures, starting from simpler ones such as floor slabs and columns.

Keywords: Construction management, Quality control, ICT, AI, Remote site confirmation

*1 Manager, ICT Construction Promotion Group, i-Con Promotion Department, Civil Engineering Division

*2 General Manager, i-Con Promotion Department, Civil Engineering Division

コンクリート打設管理システムの運用の現状と今後の開発について

三瓶 晃弘*1・丸山 哲則*2

1. はじめに

インフラ整備に伴う構造物施工においてコンクリートは不可欠な材料であり、コンクリート打設の良否は完成構造物の品質に大きな影響を与える。これまでは経験豊富な現場職員や作業員によって管理が行われてきたが、近年では社員の経験不足や担当社員数の減少により品質トラブルのリスクが高まってきている。

この課題を解決するために、「コンクリート打設管理システム」を開発した¹⁾²⁾。本システムは、AI分析や各種センサから情報を取得し、打設状況をリアルタイムで可視化することで、施工管理のサポート等を行うものである。本稿では、システム運用の現状と今後の開発について報告する。

2. システム概要

本システムは、人の行動特性に基づく計測データをAIにより解析し、その結果の表示や異常通知を行うものである。作業現場に設置した定点カメラや各種センサによって、施工状況の変化が計測・蓄積される。同時に、リアルタイムで各情報

の分析が実施され、図や表として可視化されることで、現地、もしくは遠隔地からも作業指示が可能となり、施工や品質の向上に繋がる。また、カメラで記録した映像や、分析・可視化した情報は、システム内に蓄積され振り返ることが可能なので、類似工事のシミュレーションや研修・教育に活用できる。これら一連のシステムフローを図-1に示す。

3. システム上の分析・計測内容

3.1 WEBカメラ映像のAI分析

本システムでは、打設作業を撮影できるように設置したWEBカメラの映像をAI分析し、そこから打設作業の進捗状況を出力する。

まず事前準備として、図-2に示すようにWEBカメラの映像を元に、システム上で打設区画の設定を行う。この設定により、打設区画の平面化と、区画の分割が自動で行われ、区画ごとの打設状況判定の準備ができる。事前準備を行った上で、当日のWEBカメラの打設作業映像から、ポンプ車のホースと、周囲で作業を行う打設グループをAI



図-1 システムフロー図

*1 土木本部 i-Con 推進部 ICT 施工推進グループ グループリーダー

*2 土木本部 i-Con 推進部 部長

が自動判定し、それらの動きを元にコンクリートの打設状況を分析する。AIによる映像判定を図-3に示す。

3.2 センサによる打設厚計測

カメラ映像からの打設判定では、厳密なコンクリート打設厚までは算出されない。そこで、図-4に示すように測距レーザーセンサを打設箇所の底面まで計測できる位置に設置する。計測したコンクリート打設面までの距離から、システム上でリアルタイムにコンクリート打設厚を計算し、随時、確認可能となる。

4. システム画面及び確認可能な情報

4.1 画面構成

作業中に閲覧するシステム画面を図-5に示す。分析データが画面中央に表示され、画面左側の管理項目メニューから、表示データを切り替えることができる。また、画面下部の時間操作コントローラを使用することで、作業途中のデータを遡って確認することが可能である。

4.2 各管理項目について

(1) ライブ映像

現場に設置したWEBカメラで撮影中の打設現場のリアルタイム映像を閲覧できる。この項目に表示されるリアルタイム映像を対象に、AIによる分析を行う。

(2) 打設済み区画

AIによるライブ映像の分析結果を元に、コンクリートが打設された区画が図-6に示すように立体的に表現される。施工対象が多層打ちの場合、現地において目視では何層目を打設中か確認しにくい構造でも、進捗状況を即座に確認する事が可能である。

(3) コールドジョイント判定

打設済み区画のうち、隣接する部分にコンクリートが打込まれていない箇所の露出時間をカウントアップし、図-7に示すように経過時間ごとに色分けして表示される。管理する露出ありの時間を事前に設定し、この表示よりコールドジョイントの恐れのある箇所を確認し、打設順序の修正

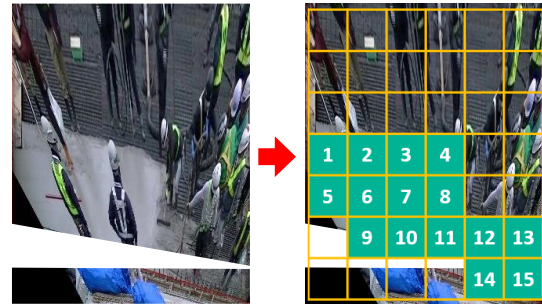


図-2 打設区画の平面化と分割

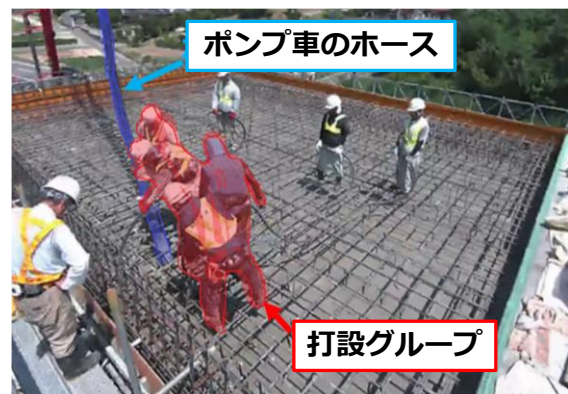


図-3 AIによる映像判定

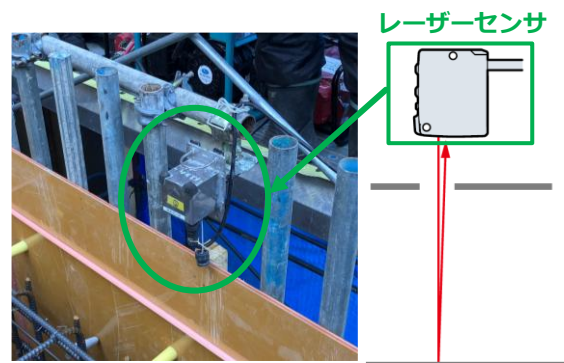


図-4 打設厚計測センサ設置状況



図-5 システム画面基本構成

等に活用が可能である。

(4) 打設完了見込み時間

図-8 に示すように打設作業の進捗をグラフで可視化することで実際の打設速度と当初計画との乖離や、作業完了の見込み時間が確認でき、ミキサー車の手配や休憩時間の管理に活用が可能である。

(5) 打設厚

測距センサの計測値から算出した時間経過による打設厚さの変化を、図-9 に示すようにグラフで可視化することで、現地でのスケール等を用いた計測が不要となり、遠隔地での確認と履歴管理が可能である。

5. データの閲覧と保存

5.1 閲覧可能な端末

ネットワークに接続可能な環境であれば、写真-1 に示すように PC, スマートフォン, デジタルサイネージ等の端末で、どこからでもシステム画面を閲覧することができる。また、発注者と URL を共有することで、遠隔臨場に対応することも可能である。

5.2 作業終了後データの保存

作業終了後の映像及び各種分析データは、実績としてシステム内に自動的に集積される。画面操作により、作業時のデータはいつでも閲覧可能である。

6. 現在のシステム運用状況

これまでの各現場における導入実績データから、現状本システムは、図-10 に示す床版・橋脚・深礎杭・中層梁・フーチングの打設作業への対応を可能としている。現場導入のためのサポート体制を含めたシステムの構築まで完了しており、現場への本格導入を進めている。

7. 今後運用・開発について

7.1 システム運用

現場での使用結果を元に、現場の意見を取り入れたシステムの更新を随時実施していく予定で

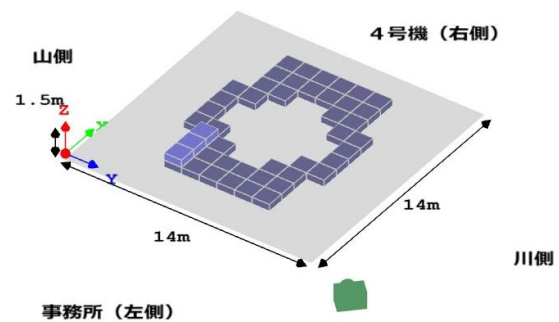


図-6 打設済み区画面面

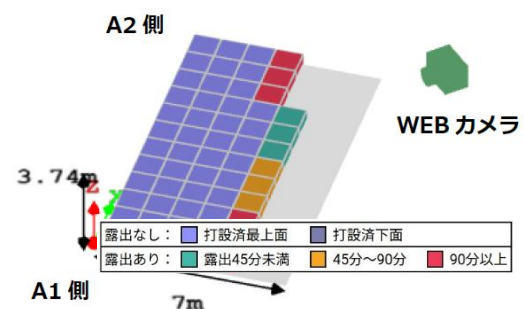


図-7 コンクリートジョイント判定画面

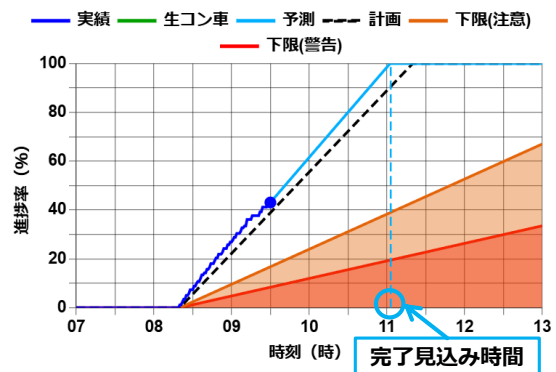


図-8 打設進捗グラフ

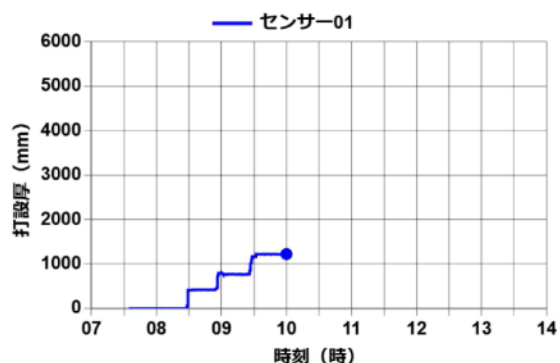


図-9 打設厚グラフ

ある。また、将来的には同業他社へのシステム提供も視野に入れている。

7.2 管理項目の追加

追加管理項目の一つとして、打設済みコンクリートの締固め状況を検討している。締固め用バイブレータの振動部にセンサを取り付け、バイブレータ使用時にセンサがコンクリートに挿入されている時間から、各打設区画の締固め時間を判定する。この管理項目の追加により、締固めが不足している区画の早期確認と、対応指示が可能となることが期待される。

7.3 複合構造への対応

現時点のシステムは、先に述べた比較的単純な形状の構造物には対応可能だが、図-11 に示すよ

うなボックスカルバートや橋梁の張り出し施工、床版（桁・梁との同時打設）などの複合構造の施工には対応できていない。AI による打設判定について改良を重ね、これらを含む種々の構造物の施工に使用できるように、システム更新を進めていく予定である。

7.4 データ統合システムへの連携

本システムを含めた、構造物施工における各段階の支援ツールのデータを統合管理するシステムとして、図-12 に示す「TK Construction Flow 360」を並行して開発中である。現在、情報を統合するクラウド構築まで完了しており、各種支援ツールとの連携に着手している。その中で本システムとの連携を先行して行っている。

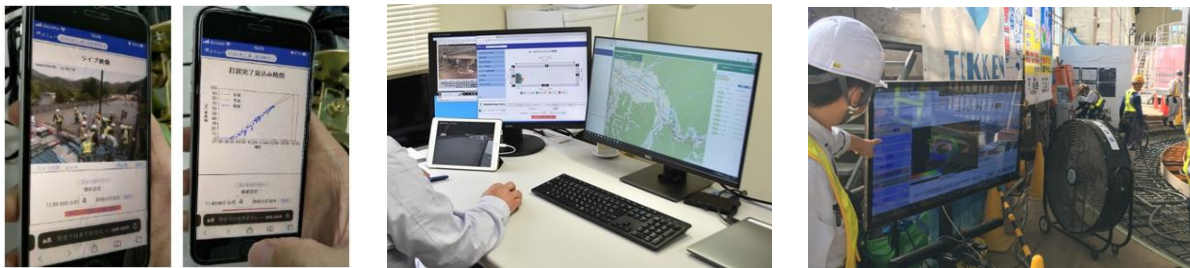


写真-1 システム閲覧可能な端末

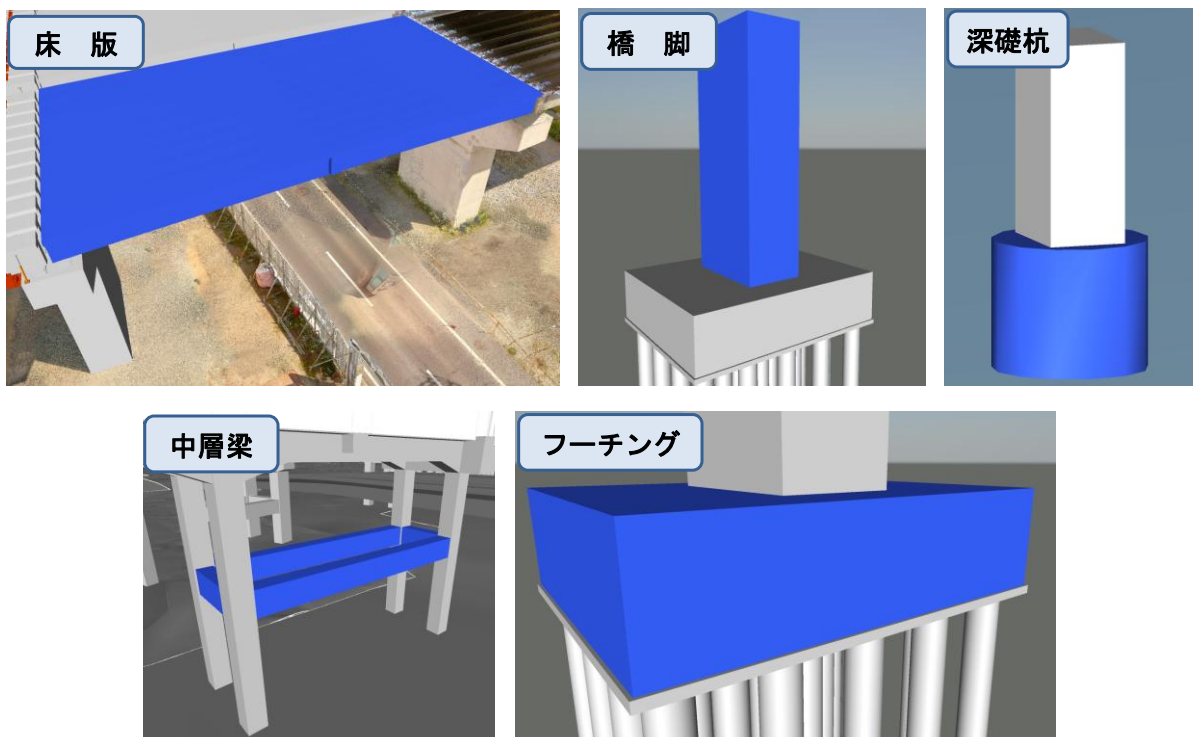


図-10 現在対応可能な躯体構造

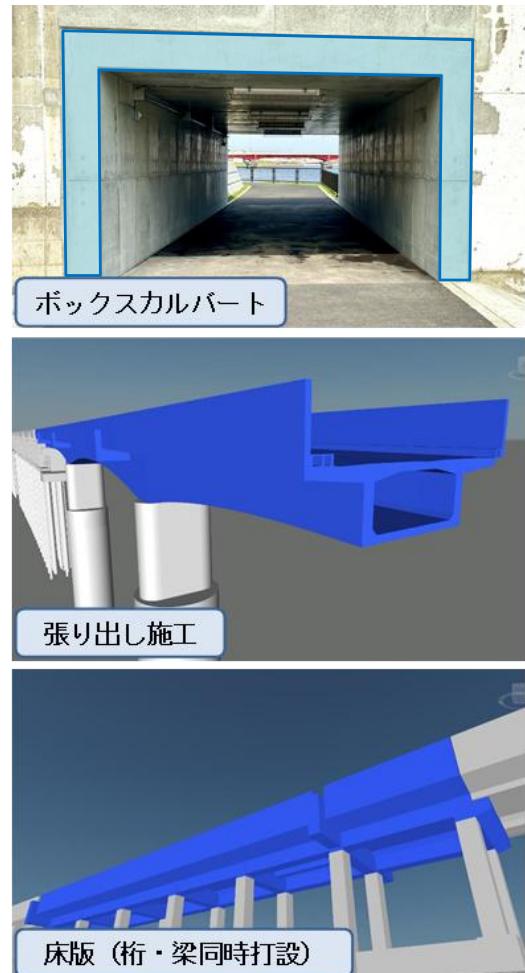
8. まとめ

コンクリート打設の施工管理サポートや遠隔臨場への対応が可能なツールとして、「コンクリート打設管理システム」の開発を進めてきた。カメラ映像やセンサからの情報を元に、打設済み区画やコールドジョイント判定といった管理項目をどこからでも確認可能なシステムを構築し、現段階で、床版・橋脚・深礎杭・中層梁・フーチングの打設作業に対応可能となっている。

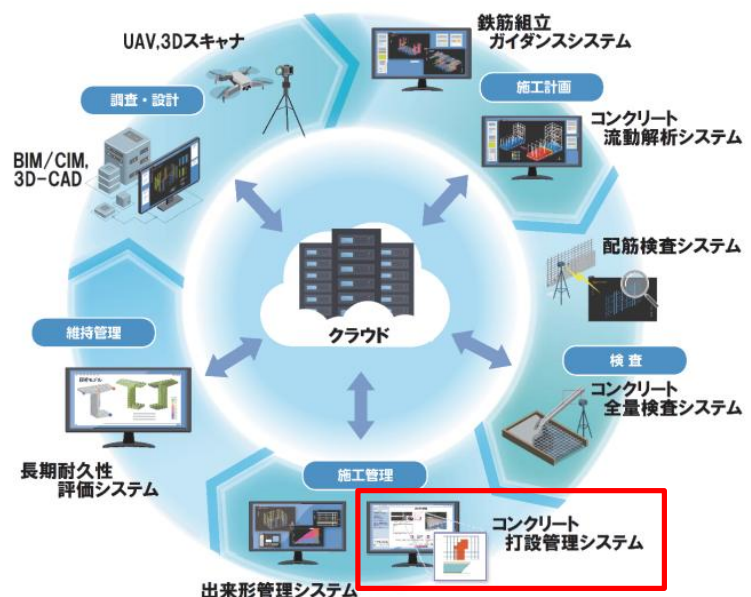
サポート体制を含めた基本的なシステム構築は完了しており、社内現場への導入を進めながらシステムの更新を進めていく計画としている。また、管理項目として新たにコンクリートの締固め状況を追加し、複合構造の施工にもシステムを対応させるなど、バージョンアップに向けた開発も並行して進めていく計画としている。さらに、開発中の「TK Construction Flow 360」とも連携させ、本システムの社内運用をより一層推進していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 石田靖, 長尾達児: コンクリート打設管理システムの開発, 鉄建技術報告, 2021 年, No.35
- 2) 石田靖, 三瓶晃弘, 福岡瑛莉奈: コンクリート打設管理システムの開発 (第二期), 鉄建技術報告, 2022 年, No.36



図－11 今後対応予定の複合構造



図－12 TK Construction Flow 360 イメージ図