

# コンクリートの打設作業を統合的に管理するシステム構築とその効果検証

株式会社大林組 正会員 ○山中 哲志 石間 雪絵  
翠 丈志 森 聡紫  
東日本高速道路株式会社 西山 優介

## 1. はじめに

場所打ちコンクリートの打設は、様々な工程で作業が行われる。打設管理に目を向けると施工管理を行う元請職員（以下、職員）は、コンクリートの受入れ、打込み場所での高さ管理や性状確認、打設順序および、打重ね時間の管理、数量調整といった多岐にわたる項目を管理しながら、一回の打設作業を行っている。この際、担当者は1人だけでなく、複数人で役割を分担し管理することを余儀なくされる。従来は、無線機や現地に設置した管理システムを複数導入することで作業中の情報を把握し管理を行っていた。近年は、ICT技術の進歩による通信網の拡大で、管理システムも Web ブラウザを用いることが多くなった。しかし、それぞれが独立して構築されているために、担当者は複数のシステムを切り替えながら利用している現状である。

本項では、現場で効率的に情報を閲覧し管理ができるよう、コンクリート打設作業の統合的管理システム「COTOMS®」を開発し、その効果を現場にて検証した結果を報告する。

## 2. コンクリートの打設作業時に取扱う情報と管理の課題

### (1) 各作業段階で発生する情報

コンクリート打設作業で管理すべき事項は製造・運搬・打込み・締め固め・仕上げ・養生である。次に、それぞれの工程で主に必要となる情報を以下に示す。

- a) 製造時の情報：生コン工場にて製造を行う際には、配合、練り上がり完了時刻、出荷時刻が必要となる。特に練り上がり完了時刻と出荷時刻は、コールドジョイントを防止するために重要な情報となる。
- b) 運搬車両の情報：出荷した生コンに紐づく車両の番号とその車両位置情報が必要となり、打込み完了までの時間を予測する上で必要な情報となる。
- c) 打ち込み時の情報：打設現場において運搬されてきた生コンの合計数量の把握や打設速度の管理をする目的で受け入れ台数、コンクリートポンプ車への荷下ろし開始および、完了した時刻が必要となる。計画で定めた現地での受入試験頻度に応じて試験結果も取得する情報となる。
- d) 締め固め情報：打込み時に先行して打込んだコンクリートと確実に付着し、そして、密実なコンクリートとするために、振動機によって締め固めた時間および、その場所を3次元的に情報として管理する必要がある。一般的に打設箇所については、平面方向をブロック、高さ方向をリフトと呼称し管理を行っている。
- e) 仕上げ・養生に関する情報：コンクリートの仕上げ面を整えるために、打設天端の高さ情報が必要となる。また、養生については、コンクリート表面温度およびその計測時間が必要な情報となる。

コンクリート打設作業については、以上の多岐にわたる情報を管理する必要がある。近年の ICT 技術の発展で、これまでの紙帳票や無線機を利用した情報管理の手法が現在では、それぞれの作業段階毎にクライアントシステムまたは、Web システムにて管理システムが各社から提供され、これまでの管理手法に代替されるようになってきている。

---

キーワード コンクリート, ICT, 統合管理, クラウド, AI/IoT, COTOMS

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組土木本部先端技術推進室技術開発部 TEL : 03 - 5769 - 1251

## (2) 情報管理の課題

前項で述べたようにコンクリート打設時は、複数の関係者間で様々な情報のやり取りをしながら現場にて管理業務を行っている。以下にコンクリート打設作業における情報管理の課題を示す。

- a) Web システムを用いることで業務を効率化できることが期待できるが、現状では、管理項目ごとに個別のシステムが利用されており、利用するサービスと閲覧する情報の量が多くなってしまい、管理が煩雑になるケースも見受けられる。
- b) 画面の操作が多くなるだけでなく、管理している情報が格納されるいわゆるサーバも個別に存在するために情報が連携されず、それぞれの作業で取得したデータの傾向分析等に活用することができていない。
- c) ユーザのニーズに合わせた情報利用をするためには、自社で複数の機能を有するシステムを開発するか、Service as a Service(以下、Saas)のように異なるベンダーのシステムが保持するデータを連携するインターフェースの開発が個別に必要になり、現場単位に利用者のニーズが異なる建設業界においては、現場担当者の対応手間や開発に時間を割けない状況もあり、普及が進んでいない状況である。

## (3) 既往の研究

上記を改善するために、さまざまなアプローチで改善が図られてきた。

日暮ら<sup>1)</sup>は、建設現場に存在する様々な情報の可視化と分析を可能にし、受発注者双方の生産性向上に寄与するダッシュボードを構築し、現場適用を行っている。大友ら<sup>2)</sup>は、コンクリート構築工にクラウド型コンクリート品質管理システムを導入し、製造から施工までのデータをリアルタイムに共有し、全数検査を実施しながら品質と生産性を向上させる手法の検討と、現場適用を行った。廣中ら<sup>3)</sup>は、コンクリート打設統合管理システムを開発し、現場適用することで打設管理において従来の経過時間の計測や記入および、計算作業を不要とすることで、打重ね管理業務の効率化を図り、報告書の作成時間が従来の1~2時間から数分に短縮でき、業務の大幅な効率化を図ることができたと報告している。山中ら<sup>4)</sup>は、汎用的なデジタルツインの実現のためにデータ連携用の基盤を構築し、現場での検証を行った。結果は、従来の個別のシステムを使うより、基盤にてデータ連携の方が作業時間の削減につながったと報告している。

このように、管理するユーザが情報を閲覧する観点では一元化することとシステム間のデータ連携を行うことで業務改善及び、効率化への効果が発揮されることが過去の報告からもわかる。

## 3. 統合管理システムの構成

今回開発した統合管理システムの構成について以下に示す。

### (1) システムの構成要素

以下にシステムを構成している機能や環境について列記し、構成図を図-1に示す。

#### a) 打設時に利用する各種システムから取得する情報を扱うためのネットワーク保護機能

システム毎にログイン方法をはじめとした情報を閲覧するための接続方法が異なる。それぞれのオリジナルシステム側にセキュリティを担保しながら情報を取得するためのプロキシサーバや、ファイアウォールといったネットワークの保護機能を有している。

#### b) 様々な仕様のデータを取得するためのAPIゲートウェイ

データの取得方法は、webシステムの画面に表示されているユーザインターフェースから取得するだけでなく、サーバ間でダイレクトに情報を取得することも必要となる。そのため、統合管理システムには、API(Application Programming Interface)を利用するための接続機能等を有している。

#### c) 取得した情報を閲覧するためのWeb管理アプリケーション

取得して来たデータを閲覧するための管理画面を備えている。これは、ユーザによって閲覧したいデータの内容や、画面レイアウトが異なることを想定して、調整を可能にしている。

d) 取得データ格納や検索および、表示ができるようにデータを保持するデータベースおよび検索機能

施工時に管理で利用または、発生したデータは、データベースに格納し、検索機能を備えておくことで次回施工時の参考に利用することや、品質管理データの履歴として施工後に活用できる機能を備えている。活用においては、様々なデータを集約して見方を変えて分析することで新しい発見を促す、いわゆるビジネスインテリジェンスとして使用できるよう機能構築を行っている。

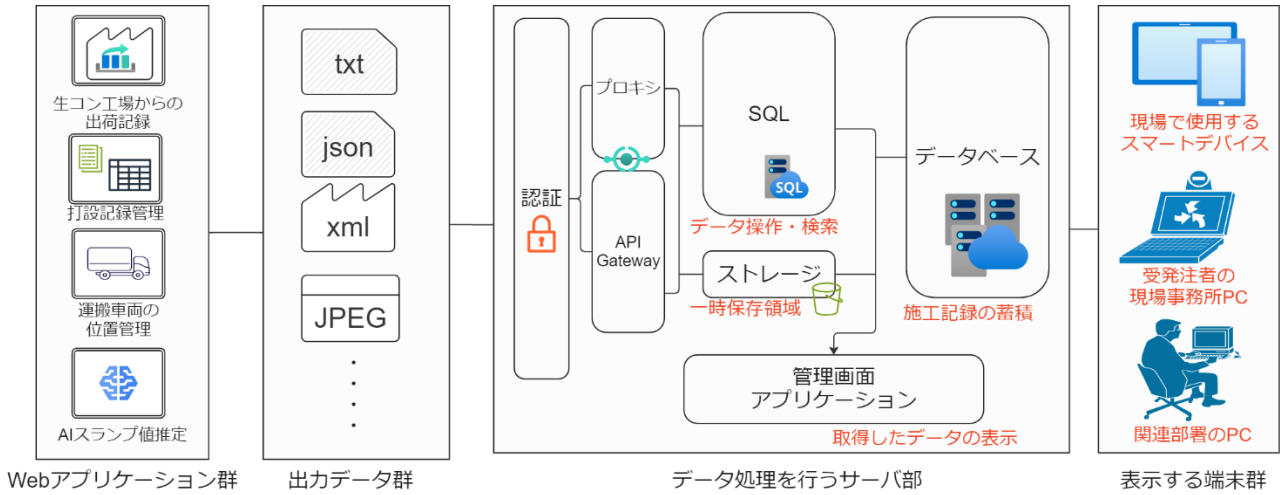


図-1 COTOMS の構成

4. 現場での効果検証

本技術を現場にて適用し、効果検証を行った。以下に、検証を行った工事概要と管理上の課題および、検証結果を示す。

(1) 検証を行った工事の概要

工事名称：磐越自動車道 草水高架橋（PC 上部工）工事

工事箇所：自）新潟県阿賀町谷沢，至）新潟県阿賀野市新保

発注者：東日本高速道路株式会社

受注者：株式会社大林組

工事内容：PC5 径間連続 2 主版桁橋の草水高架橋および、PC2 径間連続箱桁橋の小松上の沢橋を新設する工事である。

(2) 現場での管理上の課題

本工事では、コンクリートの受入試験時に監理技術者が発注者と共に、検測時から記録写真撮影まで現地に立会を行っていた。実施頻度は、最初の 1 台目以降 50m<sup>3</sup> ごとに 1 回実施しており、約 1 時間ごとに試験に立会う必要があった。受入試験箇所から打設場所までの移動には、足場をのぼり確認しに行く必要があり、試験に時間を要すると打設状況の確認をすることができない場面も存在する。これまでは、無線機やネットワークカメラおよび個別の管理システムを用いて口頭と目視において情報の共有を図ってきた。

打重ね管理時間や充填確認が必要な過密鉄筋箇所は、口頭や目視だけでは、伝達することが難しい情報もある。そのために、管理システムにて情報共有を行っているしかし、複数のシステムが導入されていると、どのシステムのどこを把握しておくべきかを探して確認することに手間が余分に発生している状況であった。そこでデータを統合して管理することで、可視化と情報伝達の負荷の軽減を試みた。

(3) 連携するシステムについて

今回連携しているシステムと取得できるデータ項目の一覧については表-1 に示す通りである。また、利用の

処理フローを図-2 に、現場で利用している状況を図-3 に示す。

表-1 連携するシステムと取得できるデータの項目一覧表

連携するシステムの種類	データの項目
出荷管理システム	生コンプラントから出荷された時間および、配合
運搬車両管理システム	アジテータ車の位置情報（緯度，経度）
打設管理システム	現場への到着時間，荷下し開始時間，荷下し完了時間，出荷～荷下し完了までの時間，現場受入れ試験結果（スランプ，空気量，単位水量，塩化物総量等）
打重ね時間管理システム	打込み箇所の平面位置および層の名称（ブロック，リフト），打込み開始時間，打込み終了時間，同ブロックのリフト間での打込み時間差（打重ね時間の管理）
充填箇所管理システム （充填不良懸念箇所に設置）	ブロック，リフトに加えて充填管理箇所の名称，検知センサー番号，検出時刻と充填完了時間，可否判定結果
型枠の変位計測システム	変位計測箇所名称，計測時間，閾値および，計測結果

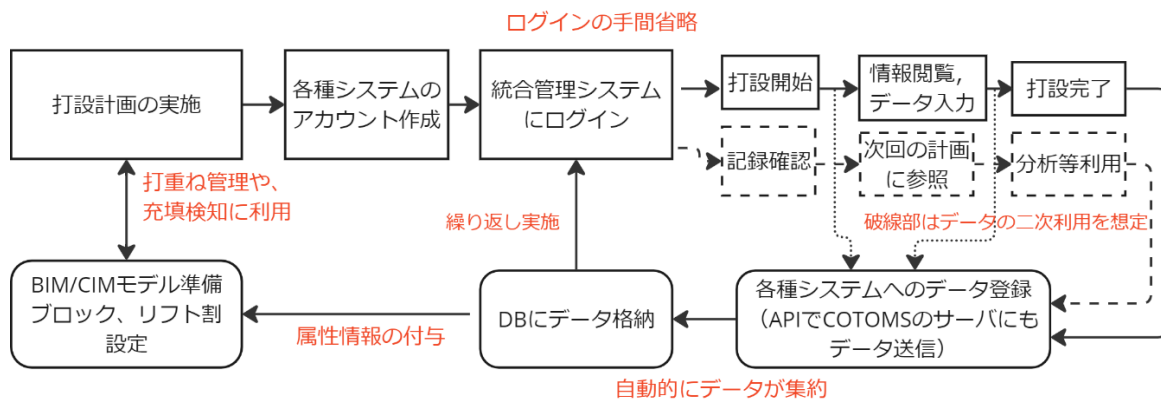


図-2 統合管理システムの利用フロー図



図-3 統合管理システム「COTOMS」を使用した打設管理の検証状況

(4) 検証結果

今回の検証において得た担当者へのヒアリングを含む結果を以下に示す。

- これまで、個別のシステムをそれぞれの Web 管理システムで閲覧していたが、今回の「COTOMS」によっ



て、情報を統合して管理できるようにしたことでシステムの利用にかかっていた操作時間を約 30%削減した。

- ・セキュリティが担保できていれば、それぞれのシステムに必要なログイン ID 入力手間が統合管理システムで不要になることは、技術の活用の観点でも有効である。情報が管理できるだけでなく、ユーザービリティも考慮してシステムを設計すると省力化には効果が発揮できる。
- ・これまでは、現地の端末上でしかデータ確認や端末操作ができないシステムもあり、データが有効活用できていない場面があった。今回の検証で情報が離れた場所においてもリアルタイムに確認できるようにすることは管理上有効であると分かった。

## 5. 今後の改善事項

統合管理システムを現場にて活用していく上で課題も確認した。それを踏まえて今後の改善事項を以下に列記する。

- ・打設作業中に管理値が基準値を逸脱する傾向を示していることをユーザに知らせるハイライト機能。
- ・取得した情報をもとに、コンクリート工全体（製造～運搬～荷下ろし～打設）の進捗状況、コンクリート性状の変化等、品質に影響する項目は AI を用いて自動分析し、不具合の予測を行うサポート機能の構築。
- ・施工情報のみならず、施工方法もノウハウとして蓄積し、打設計画立案時より一貫して利用できる機能の構築を検討する。コンクリート打設工事全般の省力化と施工時の現場に常駐する作業員および施工管理者の省人化を目指す。
- ・現場からコンクリートの品質試験を無くし、プラントやポンプ車、アジテータ車にセンサを設置した全数検査にて現場試験と代替する動きも出ている<sup>5)</sup>。例えば AI を用いたスランプ推定システム<sup>6)</sup>等から出力されるデータと今後連携が求められることが予想され、新しい仕様に対応が容易な環境構築も必要となる。



図-4 システムで統合した各種情報の表示画面（将来型）

## 6. おわりに

コンクリート打設作業を統合的に管理するために、クラウドサーバを中心とした一元管理が可能な統合管理システムの「COTOMS」を開発し、現場での検証を行った。情報を集約することで、操作性や可視化による情報

共有がスムーズになり、効果を発揮できる場面も存在したが、リアルタイムな情報を表示しているだけでは、根本的な不具合の回避や生産性の向上に繋がらないため、今後はコンクリート打設作業の管理をより省力化・省人化に向けてAIやIoT技術を駆使した情報の分析および予測することで、品質を確保しながらもより効率的な施工の実現を目指し、開発を進める。開発した新しい機能等は、スピーディに現場での検証やヒアリングを経て業務で利用できるよう社会実装を見据えた構築を進める。

## 参考文献

- 1) 日暮一正, 田島僚, 山口貴志: 建設現場の DX 化に向けたダッシュボードシステムの開発, 土木建設技術発表会 2021, pp.37-42, 2021.
- 2) 大友健, 畠山峻一, 片山三郎, 佐藤駿介, 長谷川正人, 石田春昭, 「受入れコンクリートの性能を考慮したコンクリート構造物の施工履歴の評価システム -コンクリート構築工にIoT/AI技術を統括活用-」, 第4回 i-Construction の推進に関するシンポジウム発表論文集, pp.101-104, 2022.
- 3) 奥村組技術研究所, 「コンクリート打設統合管理システムの開発と現場適用」, 奥村組技術研究年報 No.49, pp.29-34, 2023.
- 4) 山中哲志, 湯浅知英, 西川輝, 安田晋, 毛利亮太, 「建設施工段階におけるデジタルツインを構成するデータ基盤の開発」, AI・データサイエンス論文集, 第4巻3号, pp.924-931, 2023.
- 5) 国土交通省: 第13回コンクリート生産性向上検討協議会 令和6年2月28日資料3-1, <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001730464.pdf>, (入手 2024.3.8).
- 6) 新村亮, 田中将希, 松本憲典: コンクリート荷卸し画像を用いたAIによるスランプ推定技術の現場検証, 第76回土木学会年次学術講演会論文概要集, pp.61-62, 2021.