

# 「生コン情報の電子化」の最新動向とクラウド共有型コンクリート品質管理システムの建設 DX に資する機能拡大

大成建設(株) 土木本部土木部 正会員 ○渡邊 高也  
 大成建設(株) 土木本部土木技術部 フェロー会員 大友 健  
 成和コンサルタント(株) 土木設計部 橋口 稔秀

## 1. はじめに

国土交通省では「i-Construction」の一環として「コンクリート工の効率化」に取り組んでおり、その一つの項目として「サプライチェーンマネジメントの導入」を挙げている。国土交通省が主催する「コンクリート生産性向上検討協議会」では、これについて2016年度より議論がなされていたが、2018年3月には（一社）日本建設業連合会（以下、日建連と略する）より「生コン情報の電子化」の提案<sup>1)</sup>がなされた。その後、国土交通省の行う「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（PRISM）」<sup>2)</sup>を活用して、2018年度より5年間にわたり、日建連と共に著者らが参加するコンソーシアムにおいて、現場打ちコンクリート工の様々な施工プロセスにおける生産性の向上手法とこれに資するクラウド共有型コンクリート品質管理システムの社会実装に向けた取組みを継続してきた。

これまでPRISMの成果については、土木学会のi-Construction推進や公共調達に関するシンポジウムにおいて随時報告してきたが、本報では、これに加え2023年度以降の「生コン情報の電子化」の最新動向を紹介し、そのベースシステムとなるクラウド共有型コンクリート品質管理システムについての、建設DXをさらに推進できる機能の拡大について紹介する。

## 2. 「生コン情報の電子化」の生産性向上への効果

施工の現場では、コンクリートの打込み管理を生コン車毎に行い、品質記録として打設記録帳票を作成している。従来は、工場の練混ぜ開始から現場への到着までがレディーミクストコンクリート納入書（いわゆる「生コン伝票」）、現着以降打込み完了までの時刻情報は野帳等への記入という、いずれも「紙」情報の扱いであり、生コン車の運行や打設進捗の状況については電話や無線で連絡を取り合う作業となっていた。また打設作業完了後、残業時間に紙情報から日報を作成する作業を行うことが一般的であった。

これら「紙」情報のデジタル化を行い、リアルタイムに「見える化」することで、生コンの出荷状況や現場における打設状況など製造～運搬～打込みの進捗の全般について供給・施工・監督の工事関係者が相互に情報共有を行うことができ現場の生産性向上に有効になるものと考えられている（図-1）。

2018年における「生コン情報電子化」の試行では、クラウド共有型のコンクリート品質管理システムとして、大成建設の「T-CIM<sup>®</sup>/Concrete」（図-2、当時の呼称、現在はit-Concrete）を日建連に貸与、PRISM参加社に無償提供して、国土交通省の直轄6現場での試行を行った。この結果の分析<sup>4)</sup>によれば、クラウド共有型品質管理システムの使用により、打設現場の作業時間は最大20%短縮されること、日報等を作成する作業所での内業も50%～75%削減されることが確認できた。打設現場の作業時間短縮は生コン情報の活用による打込み

キーワード i-Construction, コンクリート, 品質管理, 生産性向上, サプライチェーンマネジメント, DX

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル E-mail: [twata@ce.taisei.co.jp](mailto:twata@ce.taisei.co.jp)

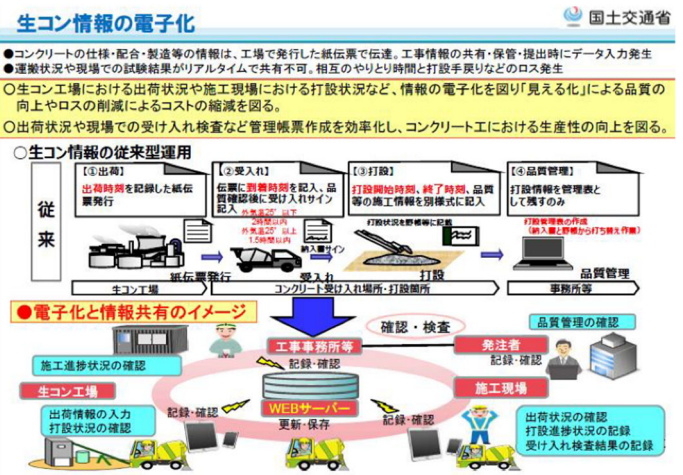


図-1 生コン情報の電子化と情報共有のイメージ<sup>3)</sup>

の工夫、具体的には、次の生コン運搬車の現場に到着する時間がリアルタイムに予測できるようになると、運搬車の到着に合わせて「できるだけコンクリートの打込みが途切れないように」調整する施工（図-3）を行い、トータルの施工速度を速めることで、結果的に打重ね時間間隔が減少することによる。このことはコールドジョイントの防止にも寄与する。

電子化された生コン情報の活用が現場の生産性と施工品質の双方の向上に効果を及ぼすことは、まさにデジタル化されたデータによりビジネスプロセスの変革を行う「DX」の表れと理解できる。

これらの成果について日建連を通じて「コンクリート工生産性向上検討協議会」に報告したところ、「施工者側のメリットは確認されたが、供給者のメリットが確認できなかったため、引き続き、供給者側における生産性向上に資する工夫が必要」とのご議論をいただいた<sup>5)</sup>。

この試行においては、「T-CIM<sup>®</sup>/Concrete」は日建連／コンソーシアム管理下での運用（限られた工場・現場での適用）となっていた。そのため、社会実装を図るにあたり、この品質管理システムを「it-Concrete」としてNETIS登録を行い、また、これを運用するクラウドについても、PRISMコンソーシアムの構成員である成和コンサルタント社が設置・運用を行うことで、PRISMの枠外でも、建築・土木に関わらず第三者が常時利用可能な状態とした。

また社会実装にあたって、供給者・施工者双方への負担軽減を考慮し「工場連携システム」を提供するものとした。これは、JISで規定されている生コン伝票の記載内容を、製造時に、生コン工場の出荷管理システムから電子データとしてクラウド上の「生コン情報共有サーバ」に自動送信する機能である。従前、施工会社毎の品質管理システムを適用する場合には、ICカードをタッチする、タブレット端末でワンタッチ入力する等の異なる操作を生コン工場へ個別に依頼してきた。このことは工場の出荷担当者の負荷となっており、操作忘れ・間違いのリスクや工事現場の受入側の入力項目も多くなるなどの課題があった。これに対して2018年度のPRISMでは、出荷管理システムからの情報取得を自動化し、生コン工場の負担を減らすとともに、施工現場での運搬車の車番、納入容積の入力の手間も低減している。なお、このシステムについてはit-Concrete以外の管理システムにおいても生コン情報共有サーバからの情報取得を可能としている。

なおit-Concreteについては上記で行った多くの直轄工事での適用により品質と生産性向上に関する効果が認められ、現在、NETISは「KT-200152-VE 活用促進技術（中部地整：新技術活用評価会議）」となった。

### 3. 「生コン帳票の電子媒体化」の展開と課題

#### (1) 社会実装への展開

PRISM2020年度以降は「生コン情報電子化の社会実装と供給者メリットの向上」をテーマとし、クラウドの活用を生コンクリート協同組合単位で試行し、複数の工場及び施工現場に実装、地域単位での会実装を推進する上で必要なシステムおよび課題点の整理とその解決方法の検討を行った。

製造時点情報のデジタル化を効率化する「工場連携」は重要と考え、全国生コンクリート工業組合連合会ならびに各地域の生コンクリート協同組合（以下、協組と略す）に協力を頂きながら、PRISMの枠組みや国土交通省の直轄工事における試行を通じて、「工場連携」の実施拡大を図ってきた。東京地区協組、神奈川協組、



図-2 クラウド共有型品質管理システム it-Concrete

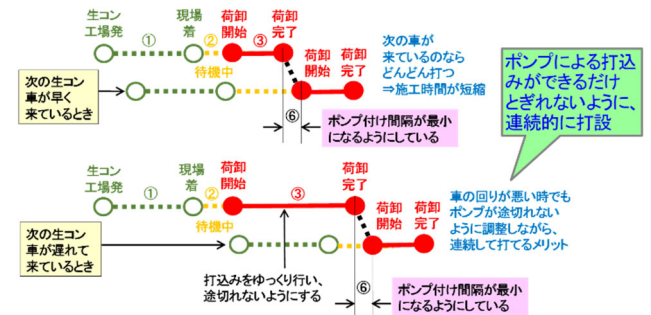


図-3 打込み品質確保に関する工夫の概念

湘南協組，千葉西部協組，玉川協組，千葉県北総協組，大阪広域協組，奈良広域協組，熊本地区協組などに協力頂いた2023年2月の状況は，**図-4**の通りである。2023（R5）年度，2024（R6）年度の試行では更に埼玉中央協組，広島地区協組，香川県東部協組，沖縄県協組にもご協力いただいて「工場連携」機能を導入した工場が追加となっている。北海道地域は打設数量と対象工場に対するシステム導入費用の費用対効果から，現状は残念ながら見送りとなっている。

生コンの総打設数量が少なく費用対効果の観点で「工場連携」導入が困難な場合は，it-Concrete の場合は「出荷」をタブレット端末にてワンタッチで操作する「押しボタン」方式も併用できるため，工場の協力を頂きながら，「生コン情報の電子化」を実施している。

この時点では JIS A 5308 のレディミクストコンクリートの規格は紙管理で定められていることから，電子と紙の二重管理にならざるを得ないことが，更なる効率化を進める上で課題の一つであったが，2024年3月には，JIS A5308 が改訂され，配合計画書及び納入書（レディミクストコンクリート納入書＝生コン伝票）等について「電磁的記録」による提出が認められるようになった。実際の運用としては，なんらかのガイドラインを定め運用方法を基準化したうえで協組・工場と合意することが必要であるが，供給者（工場）・施工者双方の効率化に向けたペーパーレス化へ一歩進んだと言える。

## (2) 解決すべき課題点

供給者側も含めて，以前よりかなり理解が進んできたと感じているが，まだ次のような課題がある。

### a) 建築分野への普及

供給者の立場からは生コンのかなりの割合を占める建築分野での利用が進まないという指摘がある。コンクリートの躯体そのものが主要な完成品となる土木工事と異なり，建築工事では1台毎の生コンの受入記録帳票を作成することが発注者から求められることが少ないことから，帳票作成の効率化は感じられないと言われることが多い。著者らの所属する会社の建築作業所でも，「it-Concrete」を利用している工事は，コンクリート品質について発注者から特段の管理が要請される場合，もしくは打設状況の「見える化」により打設当日の段取りの効率化にメリットを見出される場合となっており，コンクリート品質の位置付けの相違について考慮する必要がある。

### b) 生コン伝票等のペーパーレス化

紙伝票の屋外現場での収受の手間や，打設当日以降の工場・作業所双方での整理・保管を考慮するとペーパーレス化は有効と思われ，配合計画書等の書類についてもクラウド上で交換できれば，紙ベースでの印刷や保管の手間を省くことができることから，電子化のメリットは大きいと考えられる。

ただし，現状の伝票は生コン車の運転手への指示書を兼ねている。伝票の表示内容をスマートフォンの画面に表示するなど，IoTを活用した代替案をPRISMの検討内容でも提示してはいるものの，機器のコスト負担などを考慮したときに直ちにペーパーレス化が図れるか，どのような手法が最適かの議論は必要である。現状の3枚複写の特殊紙に複写専用のドットインパクトプリンタで帳票を印刷する環境の維持にとらわれる必要はないとは考えている。

### c) 「工場連携」機能の費用負担

現状は残念ながら，多くの工場で「電子的に伝票データを送信し1つのサーバに集約する」環境を活用して，多くの施工者が各々自社の選択した品質管理システムを活用するという状態にはほど遠く，利用する施工者が「it-Concrete」のシステム利用料や「工場連携」導入費用を負担し，クラウド環境を維持している。

## ■ it-Concrete工場連携システムの適用を展開

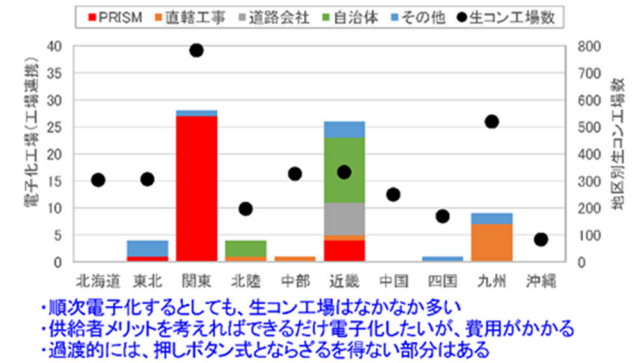


図-4 「工場連携」の導入状況(2023年2月)<sup>6)</sup>

- ・順次電子化するとしても，生コン工場はなかなか多い
- ・供給者メリットを考えればできるだけ電子化したいが，費用がかかる
- ・過渡的には，押しボタン式とならざるを得ない部分はある



将来的に「生コン情報の電子化」をより広く普及していくには、「it-Concrete」からの伝票データ集約の分離と、出荷管理システムへの標準搭載、これらにより生じるコスト増をどのように生コン価格に反映させることが良いのかの検討が必要と思える。

#### d) 生コン伝票の配合計量値の記載

「生コン情報の電子化」の議論の中で、伝票がデジタル化されるのであれば、現状においては一般に標準配合が表示されているものが計量印字記録から算出した単位量にならないかという指摘がある。ビッグデータ分析や供給者・施工者双方の検査の省略化への期待があるものの、本件は発注者、施工者間では解決するものではなく、生コンの品質保証の考え方を含め、所管官庁（経済産業省）を交えて、供給側との合意が必要な難しい問題であると認識している。

### (3) 社会実装に向けての取組み

これらの問題点については「コンクリート工生産性向上検討協議会（第10回）」での議論を経て、同協議会の下に「電子化媒体WG」が設置され、社会実装に向けた方針やガイドラインの検討が進められている（図-5、図中のWG名称は、その時点での仮称）。また国土交通省では、これら検討と並行して、直轄工事にて試行を実施して、社会実装に伴う課題の抽出を継続することとなっている（図-6）。

## 4. 品質管理システムへの全数品質情報の取込み

### (1) AI/IoT手法による従来の品質試験の代替え

2018年度PRISMにおけるクラウド共有型品質管理システムの試行実績に対して、内閣府の評価委員会より「生産工程全体に及ぶシステム化を行って生産性に寄与するところが大きい」という評価をいただくとともに「将来はCIMモデルと連携することで維持管理段階でも参照できる情報にして戴ければ一層有効なのではないでしょうか」との意見を受理した。

この意見の反映として、2019～2021年度PRISMでは、コンクリート構造物の将来の維持管理段階にも有用と考える品質情報として、硬化コンクリートの性質としては単位水量を、施工の信頼性としてはスランプ値を、各々、生コンの製造～打込みの時間情報に加えて生コン車1台毎に「荷卸しするコンクリートスランプと単位水量を連続してモニタリングする機能」をit-Concreteに追加した。その手法の概念を図-7に示す。

ここには、連続式RI水分計COARAのRI水分計とγ線密度計の計測値から空気量を推定し、単位水量（水セメント比）と空気量の推定値から圧縮強度も併せて推定・表示できる機能も追加した。これら生コン車全台の計測・推定値は、クラウドを通じて、リアルタイムにit-Concreteの画面上で供給者・施工者・監督者がリ

## 成果を生産性向上検討協議会への議論に提供

### R3 i-Constructionの主な取り組みより (R3.4.1)

#### 2.2 現場打ちコンクリートの品質確認の効率化のためのJIS規格の改訂

- 現場打ちコンクリートの品質管理試験では、画像解析やAI活用等デジタル技術が多く活用されているが、試験結果伝票はJISによる紙伝票の提出が求められることが多い
- 画像解析やAI等を用いた品質管理試験の伝票をデジタル処理可能とするためのJIS改訂に向け、令和3年度中に改定案を整理し、4年度の改訂を目指す。

#### ICT技術の活用によるサプライチェーンや品質管理の効率化



### 協議会下に2つのWGを設置 (R4.2月以降開催)

#### <生コン電子化媒体WG>

- ・JIS改正原案の提示(電子化ルート)の活用方法
- ・社会実装の推進のためのガイドラインの策定

#### <IoT活用試験の管理基準検討WG>

- ・従来試験に代わるAI/IoTシステムを活用するための品質管理基準/検査要領の策定
- ・受発注者間で合意形成方法の検討

図-5 生産性向上検討協議会下に設置のWG①

## 生コン情報の電子化(生コン伝票の電子媒体化)

○生コン伝票の電子化は、従来紙で管理されていた生コン伝票を製造・出荷・現場受入れ・施工・品質管理の記録を全てクラウド上に保存することで生コン工場の出荷状況や施工現場の打設状況を「見える化」し、供給者、受注者と発注者の3者がリアルタイムで確認することができるため、施工品質の向上及び省力化が可能。



図-6 生コン伝票の電子媒体化の試行状況

コンクリート生産性向上検討協議会(第13回)より 8)

## AI/IoT活用全数計測の試行フロー(フルメニュー)

- ①クラウド型品質管理システム(データの共有表示)
- ②AIと画像解析によるスランプの全数計測
- ③IoT技術活用による単位水量/空気量/圧縮強度の全数計測



図-7 AI/IoT活用の全数計測手法の概念図

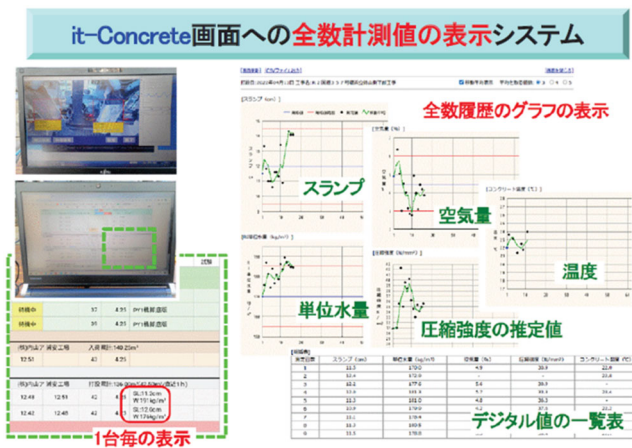


図-8 it-Concrete 画面への全数計測情報の表示例



図-9 現場受入れ試験の代替イメージ

アルタイムに共有できるようにしている (図-8)。この仕組みにより、いままで現場で行っていた生コン車からのサンプリングによる試験をすべてAI/IoT手法により代替できる可能性を提示した (図-9)。

## (2) 全数計測データの取得と品質管理基準等の策定

PRISM の試行においては、画像解析と AI によるスランプ値の推定を様々な工事、幅広い仕様のコンクリートに対して適用して、9 現場の 23 打設回において画像解析/AI による推定値と従来のサンプル調査によるスランプ測定との差異を検討していた (図-10)。この成果を「コンクリート工生産性向上検討協議会 (第 10 回)」<sup>9)</sup>に報告したところ、「試験や検査の合理化は、従来の方法を代替できる方法を複数考えていき、良い方法を使用するという方向性で進める」との議論をいただいたことから、PRISM2021~2022 では、スランプ推定の精度検証と合わせ単位水量と空気量についても検討を行い、前述の it-Concrete における全数計測表示のシステム化に反映させている。

図-5 において紹介したが、AI/IoT 活用の計測により従来の試験を代替する場合の品質管理基準/検査要領についても R4.2 月以降、生産性向上検討協議会の下部に WG が設置され検討が開始されている。また PRISM 以降の調査方法として、国土交通省により図-11 に示す試行計画が示されている。

PRISM で日建連を含むコンソーシアムで検討した手法により全数計測値を取得する場合には、図-12 に示す工事を対象として、従来の JIS 法のスランプ計測値との比較を行うこと、対象とする配合を対象として図-13 による方法でスランプの事前にスランプ推定精度の検証を行うこととしている。

ここで取得したデータについては、個別のデータにおいて、従来の手法と比較してどの程度の精度での推定が可能か、という整理を行うことはもちろんであるが、将来的に、サンプリング検査法の代替を考える場合

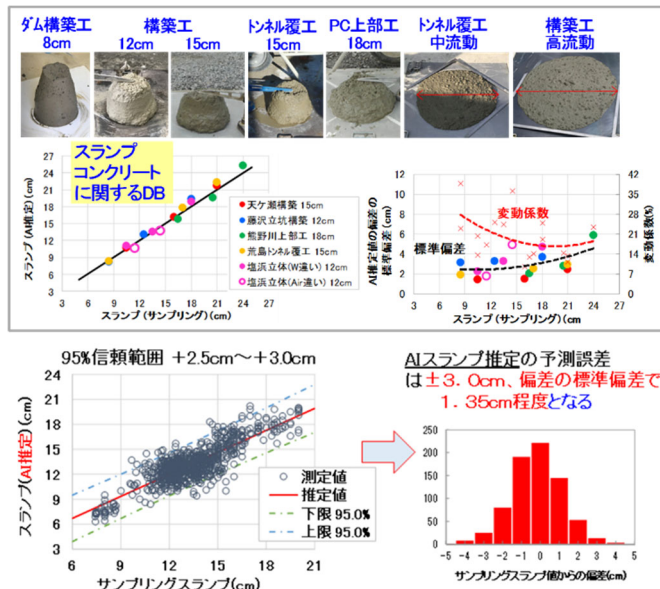


図-10 スランプ推定精度検証のためのデータ取得



図-11 AI/IoT 手法による試験の代替試行状況  
コンクリート生産性向上検討協議会(第 13 回)より<sup>8)</sup>



にどのように考えるか、その検討材料を得たいと考えている。

### (3) 検討を継続すべき課題

#### a) コンクリート材料・配合に関する知識化

現状では、打設の前に精度確認のため、当該打設のスランブ規格値及びその上限値・下限値のサンプルコンクリートの流下画像に対する解析とAI学習によりスランブ推定の材料係数を求めるキャリブレーションを行う必要がある。配合（単位セメント量/水セメント比やセメント・混和材の種類）により材料係数は異なり、同じ配合でも骨材が変わればこの特性値は変化し、スランブ推定に影響することが分かっている。

数多くの事例を収集することで、これに関する「知識化」ができるのではないかと考えているが、材料はローカルなものなのでなかなか難しいのが実情であり、現状では事前キャリブレーションが必須となっている。

#### b) 画像撮影に起因する制約

屋外である現場にて、光学機器である Web カメラで撮影した画像を用いて解析を行うことから、日照が強い場合などに生コン車シュートを流れる生コンに影がはっきりできると、その部分の認識ができなくなり一時的に精度が低下する場合がある。日照は時間により方向が変わるため、精度が低下する時間帯が発生してしまうことが避けられないことからこの事象についてもエラーではなく計測誤差ととらえる必要がある。

#### c) 不具合事象への対応

「検査」としてスランブの不適合品を排除するためには、その場（1台を荷下している途中で）で警報すべきという指摘もあるが、生コン車からコンクリートをシュートに流す操作は運転手による手動であり、その流量は一定ではないことから、本手法ではそのことを考慮したアルゴリズムにより、生コン車1台単位でのスランブ値を推定することとしている。また、前述の画像撮影に起因する制約もある。

連続して製造しているコンクリートのスランブ等の変化トレンドを、供給者も共有して、品質の安定化を図ることがクラウド共有のリアルタイム管理のメリットとしているため、情報の共有ツールとしての it-Concrete に全数計測システムを連動させる意図となっている。

連続した製造・受入れのプロセスでは、従来の検査の規格範囲（通常 $\pm 2.5\text{cm}$ ）を外れる場合もあるが、これを計測の誤差か、製造上の変動か、その場で区別することは難しい。全数計測の導入に伴い、スランブ全数測定値は検査対象とされるのか、あくまでも品質管理なのか、この点については、施工において必要なスランブ値の位置付けを含めての議論が必要と考えている。

#### d) 将来的な運用方法

本手法はPRISMを活用して開発されたものであるため、it-Concreteと同様に社会実装を目指しているものの、提供に向けては前述の課題を整理するとともに、ソフトウェア・解析用パソコン・Webカメラの提供方法等についても検討を進める必要がある。Webカメラについても機種更新などの影響で調整が必要な部分もあり、一般化に向けてどのように対処していくかについてはまだ検討の途上である。

### 現場施工におけるスランブ等の推定精度確認(例)

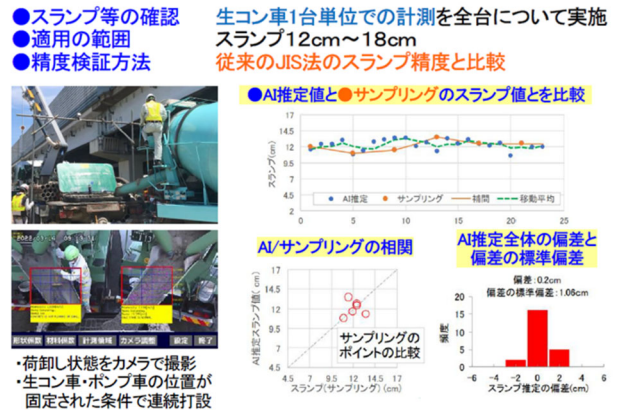


図-12 現場での推定精度確認例 7)

### 様々なコンクリートでのDB取得 精度検証(例)

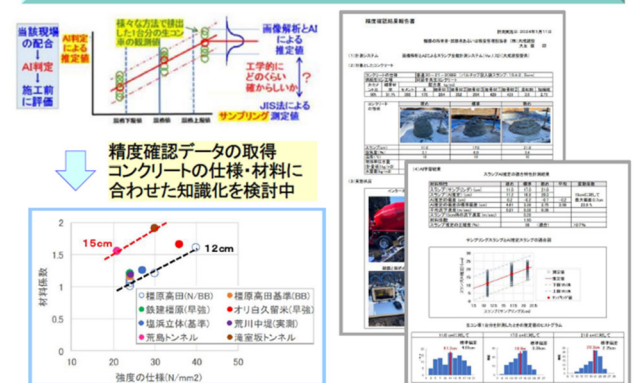


図-13 様々なコンクリートでの精度検証例 7)

## 5. クラウド共有型品質管理システムの建設 DX に資する機能の拡大

クラウド共有型品質管理システム「it-Concrete」のオプション機能として、新たに生産性を向上させる機能を追加したので、ここに紹介する。

### (1) GNSS 機器を用いた生コン車位置表示

「it-Concrete」は同一クラウド基盤の建設発生士等の運搬情報管理システム「it-Trucks」(NETIS 登録：KT-220025-A)と共通運用をしている。そのため、可能な限り、機能や機器運用は共通化を図っている。有償オプションである GNSS 搭載 IoT 機器についても 2023 年 11 月からリリースした最新の携帯電話 4G 回線対応 IoT 機器に変更しており、秒単位での位置取得によりリアルタイムな「デジタルツイン MAP」表示が可能となった。警備員が生コン車の接近を把握でき、ゲート入退場時や離合時の安全性向上にも資する。

また、秒単位での位置データに基づき、受入操作(場内待機中への変更)の自動化も併せて利用可能となった。大量打設で待機場所が離れている場合や建築作業所のように現場内に待機場所がなく現場周辺の道路で周回しながら待機するような場合には、省人化を図りながら、待機中の台数と位置を把握し、段取りに反映させることが可能になる。「i-Construction2.0」の省人化につながる技術であり、今後も荷卸開始・完了の記録など受入全般の省人化に取り組んでいきたい。



図-14 デジタルツイン MAP のイメージ

### (2) トレミー管打設管理機能

2024 年 2 月に追加した本機能は、場所打ち杭や RC 地中連続壁の水中コンクリート打設時のトレミー管の根入れ長管理をコンクリートの打込み管理と合わせて効率的に行うことを目的とするものである。

あらかじめ杭や連壁の削孔径や溝幅、あるいはケーシング径など、また施工レベル条件(計画あるいは実測いずれにも対応可能)などを入力しておくことで、it-Concrete で取得した打込みコンクリートの容積からコンクリート天端高さが自動的に算定され、トレミー管の切り継ぎ記録から、トレミー先端の根入れ位置が計算・表示される。本機能の利用により、以下の効果が図られる。

#### a) 打設状況の「見える化」

リアルタイムのコンクリート天端推定からトレミーの根入れ深さが適切であることが確認でき、下げ振り錘等での実測値との比較も容易となるため、確実な施工が可能となる。繰返しの打設時には、余掘り精度をより向上させた杭径・壁厚を反映でき、より精度を上げた管理が可能となる。

#### b) 帳票作成の「効率化」

コンクリートの打設記録とトレミーワークについて、ダウンロードするだけで日報が完成する。コンクリート天端の下げ振り錘等での実測も併せて

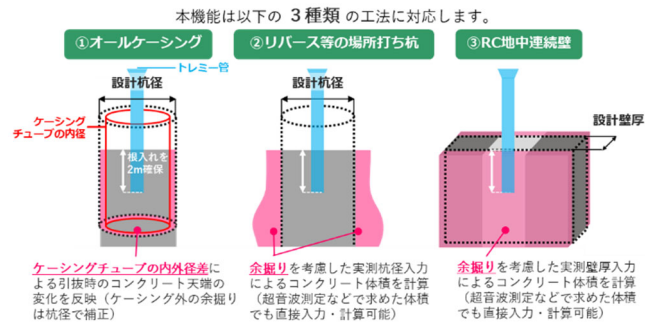
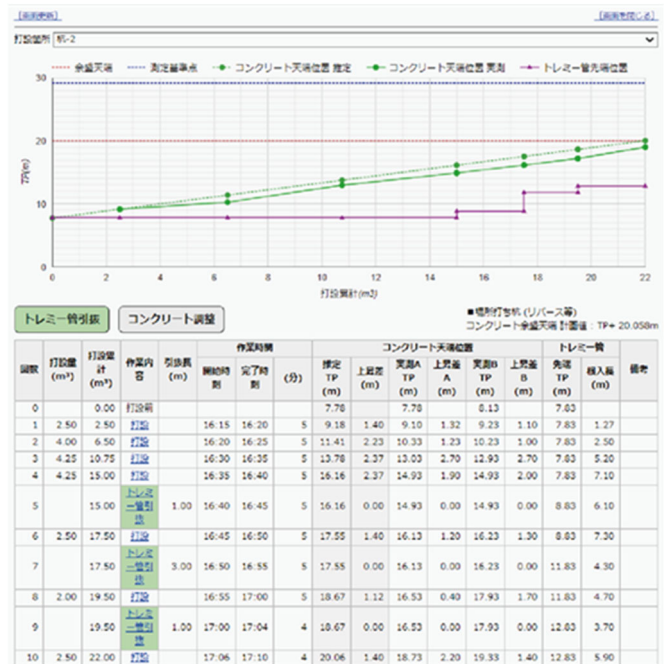


図-15 トレミー管打設管理機能の適用可能方法



▲リバース等の場所打ち杭のメイン画面

図-16 トレミー管打設管理機能の表示イメージ

表記でき帳票作成の生産性が向上する。帳票テンプレートは it-Concrete 打設状況管理表と同様に Excel ベースで、発注者の要求に合わせたカスタマイズも可能となっている。本オプション機能の費用は it-Concrete 本体の利用料に含まれている。

## 6. おわりに

「生コン情報の電子化」については、国土交通省や（一社）日本建設業連合会からの発信もあり、この数年で広く周知されるようになってきたと感じられる。継続して検討すべき課題は多々あるものの、全国の生コン組合・工場に伺っても、多少は聞いたことがあるというケースが増えている。また施工者側も「it-Concrete」の利用を例に取れば、大成建設の土木作業所では、DX のための標準ツールとして約 30 現場が常時使用しており、建築作業所も「見える化」のメリットを見出した作業所で利用が進められている。同業他社においても 40 社程度の使用実績まで拡大している。

「it-Concrete」は「協調技術」と考えており、皆様の「現場の声」を反映させながら、これからも DX につながる改善を図っていく所存である。また、「工場連携」は API (Application Programming Interface) にてデータ連携が可能となっており、前述のように他の品質管理システムと生コン伝票データの共同利用により「生コン情報の電子化」の全体の推進に寄与していければ幸いである。

**謝辞** 「生コン情報の電子化」について、（一社）日本建設業連合会の土木工事技術委員会のコンクリート技術部会・土木情報技術部会および全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会により、「生コン電子化ワーキンググループ」を組織頂いたことで、5年にわたる PRISM 実証を進めることができ、国土交通省試行の支援もいただいております。また試行にあたり、当該工事の発注者様、施工者様および全国生コンクリート工業組合連合会ならびに関連の生コンクリート協同組合、組合所属の生コンクリート工場様の多大なるご協力を得ました。ここにお礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第3回）、資料5「生コン情報の電子化」の提案、2018.3、<https://www.mlit.go.jp/common/001226251.pdf>
- 2) 国土交通省ホームページ：「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」[https://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000062.html](https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000062.html)
- 3) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第11回）、資料3 サプライマネージメントの検討（生コンクリート情報、帳票類の電子化について）、P.4、2022.3、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001466602.pdf>
- 4) 渡邊高也,大友健：「生コン情報の電子化」の実証と汎用化に向けた課題の考察，土木学会 土木建設技術発表会 2019, 2019.11
- 5) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第8回）、議事要旨、2019.3、[https://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000056.html](https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000056.html)
- 6) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第11回）、資料3 サプライマネージメントの検討（生コンクリート情報、帳票類の電子化について）、P.19、2022.3、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001466602.pdf>
- 7) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第13回）、資料3-2 サプライチェーンマネージメント等の検討（（一社）日本建設業連合会 経過報告）、2024.2、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001730466.pdf>
- 8) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第13回）、資料3-1 サプライチェーンマネージメント等の検討、2024.2、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001730464.pdf>
- 9) 国土交通省ホームページ：コンクリート生産性向上検討協議会（第10回）、資料-3 サプライチェーンマネージメント等の検討、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001387421.pdf>