

現場打ちコンクリート工事の新しい管理手法の提言

大成建設株式会社 正会員 ○北原 剛

1. はじめに

昨今の我が国の建設産業を取り巻く環境は、東北や熊本で起きた震災の復興や国土強靱化、2020年の東京オリンピックなど「建設需要」が増大してきている。また、急速に進む少子高齢化や若者の建設業離れなどから「労働力不足」が懸念されている。最近では、「働き方改革」などの労働時間の短縮も社会の要請でこれらを解決するために生産性向上が喫緊の課題となっている。一方で高度成長期に整備された社会資本や工場施設などが老朽化してきており、インフラの再生や長寿命化について議論がされてきており、建設産業には「耐久性のある良い品質のコンクリート構造物」が求められてきている。

そこで、大成建設では、2014年より上記課題を解決すべくICT（情報通信技術）を活用した「T-CIM／Concrete」を開発してきており、2016年より現場展開を開始した。本システムは、現場打ちコンクリート工事における生コンクリート（以下、生コンと称す。）の情報を出荷時点（練混ぜ開始時点）で電子化し、練混ぜ開始から打込み完了までの打設状況情報をインターネット上で連続的に管理することにより、より高い品質のコンクリート打設を支援し、関連業務の生産性向上に寄与するシステムである。ここでは、現在の現場打ちコンクリート工事の課題を整理したうえで本システムの概要と特徴を紹介するとともに、現場における実証結果・効果を報告し「現場打ちコンクリート工事の新しい管理手法」について提言する。

2. CIM と i-Construction

CIM（Construction Information Modeling/Management）は、2012年から国土交通省が、建設事業全体の最適化・生産性向上を目指し推進している施策のひとつである（図-1）。CIMをひとことで言うと、ICTを活用して建設事業フローの川上工程である「調査・計画」から「設計・積算」「施工」そして川下工程である「維持管理」までの情報を3次元モデルに属性として紐付け一元的管理し、建設事業全体を最適化することを目指している。大成建設では、このCIMをICTによる現場の品質向上、安全性向上、生産性向上のツールと位置付け、「T-CIM」という名称で展開している。T-CIMでは、どこの現場でも行われるコンクリート工などを対象とした「共通工種」と各工事の専門技術や構造に特化した工種を対象にした「専門工種」に体系化し開発、展開を行っている（図-2）。



図-1 国土交通省の目指す CIM



図-2 T-CIM の体系図と T-CIM／Concrete

一方、2016 年春「i-Construction～建設現場の生産性革命～」の風が吹き始めた。国土交通省は、今後の労働人口減少に対する生産性向上が喫緊の課題として「i-Construction」を重要な施策のひとつとして発表（図-3）。全建設生産プロセスにおいて建設現場の生産性を抜本的に向上させ、建設現場を魅力あるものにすることを目指している。i-Construction 委員会の報告書によると、i-Construction を進めるための視点として「建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメント導入（材料供給の効率化・円滑化＝待ち時間のロス、デッドストックの解消等、材料供給に關係する各工程管理）」が上げられている。

「コンクリート生産性向上検討協議会」でも「現場打ちコンクリート工事の効率化」と「プレキャストの進化」について議論が重ねられており、スランプ規定の見直しや機械式鉄筋定着工法についてガイドラインが示された。

本稿で紹介する「T-CIM/Concrete」は、現場打ちコンクリート工事を対象に、上記 i-Construction の最先端サプライチェーンマネジメント導入の課題を解決するひとつの手段と考える。これを導入することにより施工段階における材料供給・運搬が効率化、円滑化され、生コン車の待機時間や残コンクリートなどのロスが少なくなり、現場打ちコンクリート工事の品質向上と生産性向上が実現できると考える。

生コンは製造時点で良い品質の生コンが製造できても、その材料特性から輸送、圧送、打込みのタイミングが狂うとその品質は当初の品質を保持できず、フレッシュでない生コンを打設することになる。生コンの出荷ピッチは、計画より早すぎても遅すぎてもトラブルの発生要因になるので、その日の気象条件と生コンの運搬時間、待機時間、荷卸し時間（打設ピッチ）など打設状況に応じた最適な出荷ピッチをコントロールするのが理想である。これらを的確に管理できれば、トヨタが提唱した「Just in Time」（待機時間の最適化）で生コンをよりフレッシュな状態で打設することができ、コンクリートの品質をさらに向上させることが可能となる。

3. 生コン管理の現状と課題

生コンは文字通りまだ固まらない「生」のコンクリートであり、その性状が経時変化するため、できるだけ新鮮な状態で打込みが完了するように「コンクリート標準仕方書（土木学会）」や「建築工事標準仕様書（日本建築学会）」では、練混ぜ開始から打設完了までの「経過時間」のほかに「運搬時間」「打重ね時間」などが規定されている（図-4）。

よって本来、生コンの練混ぜ開始時刻からの「経過時間」を常時連続して管理するのが望ましいが、現在の生コン管理では「製造管理」と「施工管理」で管轄が経済産業省と国土交通省に分れており、生コン車が現場に到着した「受入れ時」を分界点とした「不連続な管理」になっている（図-5）。現状、製造管理側は「生コン伝票（紙）」で、施工管理側は「野帳（紙）」で管理されており、生コンの「練混ぜ開始時刻」は、生コン車が現場に到着し「生コン伝票」を受領して初めて確認することになる。



図-3 i-Construction のトップランナー施策



図-4 現場打ちコンクリート工事の管理情報

また、コンクリート工事における情報伝達は、主に電話や無線で行われており、「工事担当者」は、生コン工場の「出荷担当者」や受入れ箇所の「試験担当者」に電話で問い合わせはじめて最新情報を確認することができる（図-6）。これらを踏まえ現状の課題を以下に整理する。

- (1) 製造管理を行う生コン工場の出荷担当者からは、「打設状況」をリアルタイムに見ることはできず、現場からかかってくる電話のみに依存する。また、現場での生コン車の「待機状況」も見えないので最適な出荷管理はできない。
- (2) 施工管理を行う工事担当者や受入れ担当者は、生コン工場や生コン車の「出荷状況」や「運搬状況」をリアルタイムに見えず、伝票が到着して初めて確認できる。
- (3) 打設情報は「紙」の生コン伝票と野帳に記録されており、これを持っている「受入れ担当」に聞くしか情報は得られない。同様に品質試験の結果は、試験担当者に聞くしか情報は得られない。
- (4) 記録は全て紙であるため、全てのコンクリート打設が完了後、工事担当者は生コン伝票や野帳の記録を再度入力し整理する必要がある。また、紙の記録は、個人管理となり記録紛失のリスクがある。また、情報のトレーサビリティ確保は難しい。

4. T-CIM/Concrete の概要

前項で示した課題を解決すべく「T-CIM/Concrete」では、この生コン伝票と野帳で管理されている生コン情報を生コン工場の「練混ぜ開始」時点で電子化し、インターネット上のクラウド（Web）サーバーに上げることで、生コン打設に係る全ての工事関係者（出荷担当者、受入れ担当者、工事担当者他）が情報共有できる環境を提供し「見える化」したシステムである（図-7）。これより、生コンの練混ぜから運搬、受入れ、待機、試験、荷卸し完了までの生コン状況をリアルタイムで確認でき、連続した管理が可能に

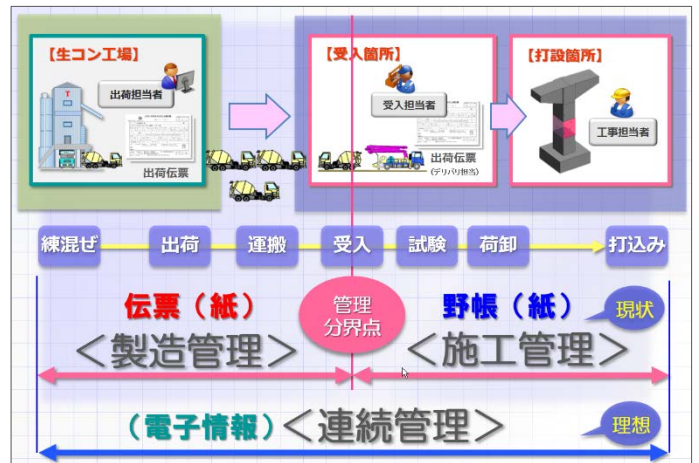


図-5 現場打ちコンクリート工事のフローと管理

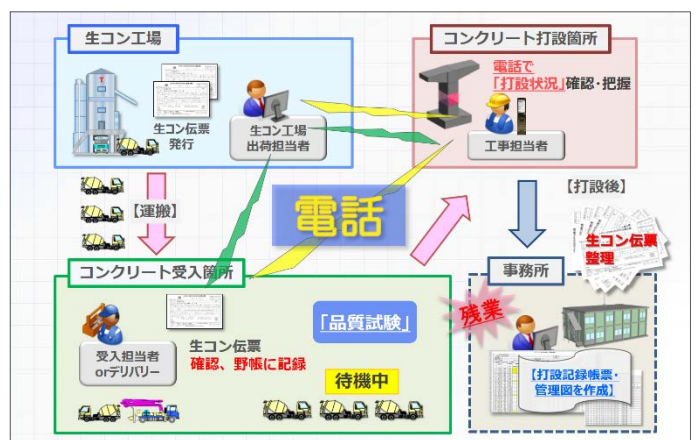


図-6 現場打ちコンクリート工事の情報伝達

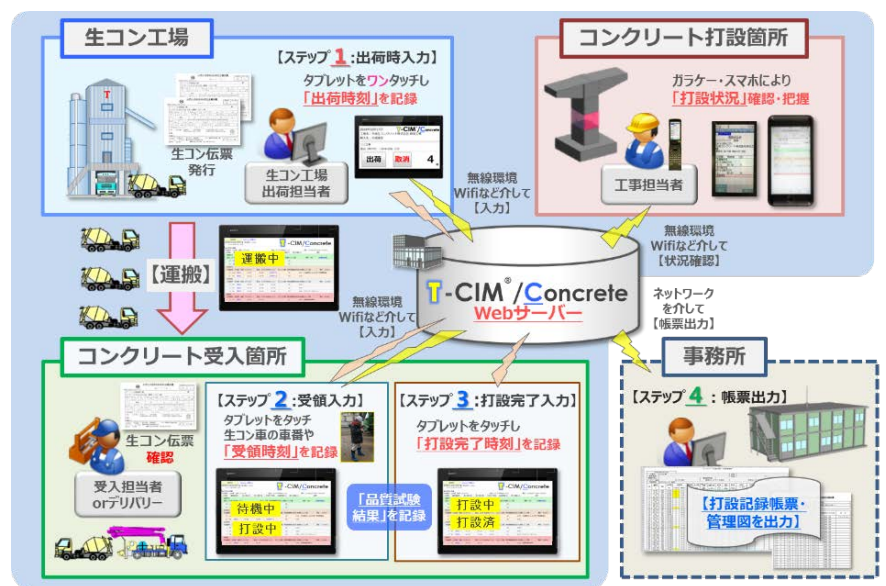


図-7 T-CIM/Concrete の全体概要

なり、「待機時間」を最適にする「Just In Time」の出荷管理環境を実現。また、電子化された情報によりペーパーレスを実現し、全コンクリート打設後の帳票作成業務の生産性向上もできる。T-CIM/Concreteで運用する端末の例を図-8に示す。また、各箇所、担当者の運用状況を写真-1に示す。

5. T-CIM/Concreteの運用画面

T-CIM/Concreteの「打設状況」を確認する画面を図-9に示す。ここで一覧の「1行」が生コン車1台の情報を表し、左から「練混ぜ開示時刻（生コン伝票：納入時刻発）」「受入れ時刻（生コン伝票：納入時刻発）」「荷卸し開始時刻」「荷卸し完了時刻」「経過時間」を表示している。また、生コン車の情報は、上から下に向かって時系列で表示しており、上から【運搬中】【荷卸中】【荷卸済】【返却】の各フェーズで打設の進行にともない上から下に落ちて表示される。さらに「打設ピッチ」や「累計打設数量」「スランプ値」などもこの画面で確認できる。また、「生コン工場」でもこの画面を確認でき、リアルタイムで打設状況を把握できる。

6. T-CIM/Concreteの特徴

T-CIM/Concreteには、以下のような特徴がある。

- (1) 本システムは、携帯端末と通信環境があれば導入でき大きな設備投資を必要としない「安価なシステム」である。
- (2) ケーソンやタンク基礎のように1回の打設数量が1000m³を超える工事でも適用できるように、複数の生コン工場、複数の打設箇所の同時打設に対応しており、各生コン工場別、各打設箇所別の打設数量を確認できる（図-10）。
- (3) トンネルや橋梁などのように1回の打設数量が比較的少なく要員が少ない現場を想定し、運転手や誘導員などでも簡単に入力できるように、「視覚」「聴覚」的な工夫がされたAndroid端末対応のアプリがオプションで用意されている（図-11）。トンネル坑内など通信環境がない場合には、打設記録はタブレットに蓄積し、通信環



図-8 T-CIM/Concreteで使用する携帯端末



写真-1 出荷担当者、受入担当者による運用状況

画面更新

メニューを開く

T-CIM/Concrete

2016年11月15日

〇〇工事

■打設済み数量

打設箇所: △ムブロック 底版

配合: 27-12-20L

打設累計: 18.00/128.00m³ (14.06%)

出荷順	運搬車番号	納入時刻	納入時刻	打設開始時刻	打設完了時刻	経過時間(分)	納入容積(m ³)	備考	品質試験
【運送中】 ← 【運送中】									
27-12-20L 大成生コンクリート株式会社 新築工場 2台 【到着時登録】									
8	【受領・返却】	17:31				14			
7	7007 【修正】	17:26	17:39	待機中	【打設開始】	19	4.50	△ムブロック 底版	
【打設中】 ← 【打設中】									
△ムブロック 底版 27-12-20L 大成生コンクリート株式会社 入荷累計: 27.00m ³									
6	7006 【修正】	17:21	17:38	17:38	【打設完了】	24	4.50		
【打設済】 ← 【打設済】									
△ムブロック 底版 27-12-20L 大成生コンクリート株式会社 打設累計: 18.00m ³ (18.00m ³ /直近1h)									
5	7005 【修正】	17:15	17:34	17:34	17:38	23	4.50		
4	7004 【修正】	17:09	17:23	17:24	17:34	25	4.50		
2	7002 【修正】	17:01	17:16	17:21	17:24	23	4.50		
1	7001 【修正】	16:58	17:15	17:16	17:21	23	4.50	スランプ:12.0cm	【確認】
【返却】 ← 【返却】									
△ムブロック 底版 27-12-20L 大成生コンクリート株式会社 返却累計: 4.50m ³									
3	7003 【修正】	17:06	17:38			32	4.50		

図-9 T-CIM/Concreteの打設状況確認画面

生コン工場		配合		予定数量 (m ³)	入荷累計 (m ³)	打設累計 (m ³)	進捗 (%)	返却 (m ³)	打設台数
合計			生コン工場別	1358.00	1341.00	87.30	0.00	306	
南海小野田レミコン株式会社		計		384	340.00	327.25	85.22	0.00	77
24-65-20BB (標)		計		384	340.00	327.25	85.22	0.00	77
日本強力コンクリート工業株式会社 若洲工場		計		384	297.50	297.50	77.47	0.00	70
24-65-20BB (通年除雪)		計		384	297.50	297.50	77.47	0.00	70
東京コンクリート株式会社 砂町工場		計		384	384.75	384.75	100.20	0.00	81
24-65-20BB (通年)		計		384	384.75	384.75	100.20	0.00	81
(株)内山アドバンス 浦安工場		計		384	335.75	331.50	86.33	0.00	78
24-65-20BB (標・冬)		計		384	335.75	331.50	86.33	0.00	78

打設箇所	配合	生コン工場	予定数量 (m ³)	入荷累計 (m ³)	打設累計 (m ³)	進捗 (%)	入荷台数
合計			1536	1549.25	1549.25	100.9	355
①-110t ポンプ車No.1	計	打設箇所別	384	369.50	369.50	96.2	84
	24-65-20BB (標)	計	96	76.50	76.50	79.7	18
	24-65-20BB (標・冬)	計	96	76.50	76.50	79.7	18
	(株)内山アドバンス	計	96	89.25	89.25	93.0	21
	24-65-20BB (通年)	計	96	89.25	89.25	93.0	21
	東京コンクリート(株)	計	96	118.75	118.75	123.7	25
	24-65-20BB (通年除雪)	計	96	118.75	118.75	123.7	25
	日本強力コンクリート工業	計	96	85.00	85.00	88.5	20

図-10 生コン打設数量の各種集計

境でまとめて送信される。

- (4) 多様な発注者の帳票，管理図書式や出力に対応（国土交通省，NEXCO ほか）（図-12）。また，NEXCO の Kcube への登録書式である XML を直接出力できる（図-13）。
- (5) 入力や閲覧は，ワンタッチを基本としており誰でも簡単に操作できるシンプルなシステムである。
- (6) 直近 1 時間の打設ピッチを確認できる。また，打設進捗状況を打設計画と比較したグラフで見ることが出来る（図-14）。これにより，リアルタイムに打設の進捗状況が分かり，計画に対し進んでいるのか，遅れているのか。また，打設終了時刻など予測することができる。
- (7) 土木のみならず建築のコンクリート工事や海外工事でも利用でき広く展開できるシステムである。

7. 現場実証で確認された結果

本システムは，2016 年より本格的に現場に導入，異なる発注者（国土交通省，高速道路各社，鉄道各社，電力各社，建築工事）で多様なケースの工事で実証・運用を重ねてきた。その都度，関係者の意見を取り入れながら逐次実証の結果を反映し更なる改良を重ねて現場展開してきた。「T-CIM/Concrete」の導入で確認できた効果を以下に示す。

- (1) 生コン工場からは，打設ピッチや生コン車の待機状況が見えるので，出荷ピッチを先手でコントロールでき，最適化することで生コン車の「待機時間」を短縮できた。また，生コン車の配車台数も削減できた。これらにより CO2 排出も低減できた。
- (2) 打設現場からは，出荷状況・運搬状況・待機状況がリアルタイムで見える化され，生コンの「経過時間」を短縮でき，新鮮な生コンの打設ができた。
- (3) 生コンの返却数量や最終注文数量を最小にで



図-11 T-CIM/Concrete の簡易入力ボタンシステム

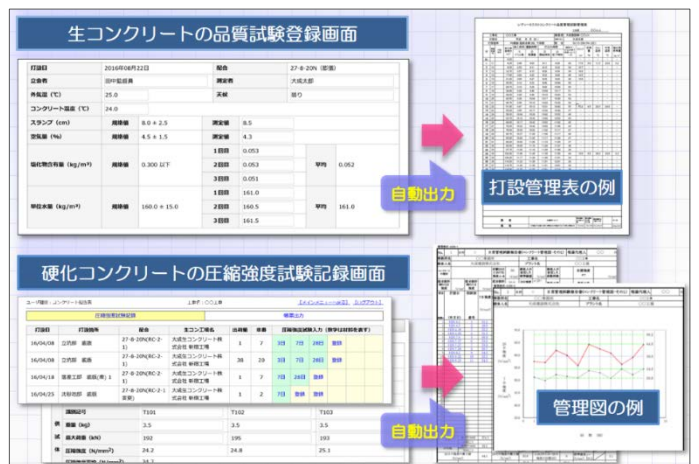


図-12 品質試験記録と帳票および管理図出力

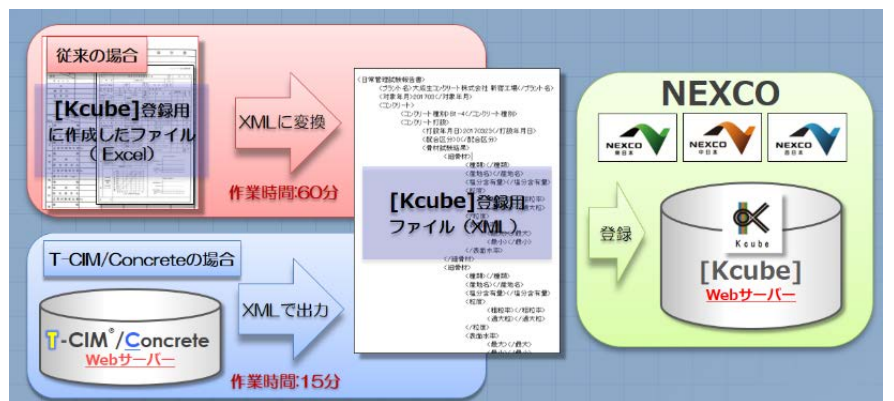


図-13 NEXCO Kcube 登録用 XML ファイルの出力

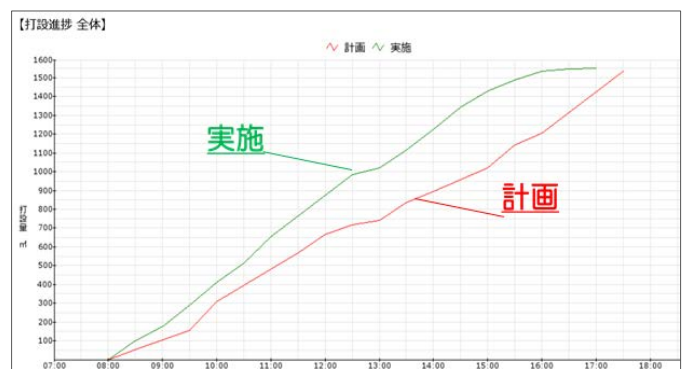


図-14 生コン打設進捗グラフ

(4) 打設記録はクラウドサーバーに管理されており、管理帳票作成時間を大幅に短縮することができた。また、電子化によりデータの保全確保とファイリングの効率化ができた。

(5) 生コン工場では、電話の問い合わせ件数が減り出荷業務に専念することができた。

T-CIM/Concrete 運用のポイント
は、情報発信の生コン工場にある。
現時点で T-CIM/Concrete は、生コン
工場の出荷システムと連動はして
おらず、「出荷ボタン」の押下を生コン
工場にお願いしている。この負担
をなくすため、今年の秋、生コン工
場の出荷システムから T-
CIM/Concrete のクラウドサーバーに
自動送信するシステムの検証を予定
している。これにより、今まで懸念
された「出荷」ボタンの打忘れや打
間違えなどのヒューマンエラーの問
題が解決する。また、生コン伝票情
報のとおりのお荷時刻や生コン車の



9. おわりに

参考文献

- 83-