

# 建設 DX 実現に向けた取組み

内 藤 陽

建設業界において、抜本的な生産性向上と働き方改革が喫緊の課題となっており、デジタル技術を活用した建設 DX 実現に向けた様々な取組みを加速させている。本稿では、施工フェーズにおける「ロボット・機械開発」にフォーカスを当て最新の取組み状況を紹介する。自社におけるロボット開発方針と、タワークレーン遠隔操作システム「TawaRemo<sup>®</sup>」、ロボットプラットフォームを活用しての BIM データとロボット連携について紹介する。

キーワード：BIM, 建設 DX, ドローン, ロボット, 遠隔操作, BIM とロボット連携, RX コンソーシアム

## 1. はじめに

建設業界では建設技能者不足と熟練工の高齢化が深刻化し、2024年4月には時間外労働の上限規制の適用を受け、抜本的な生産性向上と働き方改革が喫緊の課題となっている。そこで、作業所のデジタル技術の活用により次世代の建設現場を目指して、BIMによるフロントローディングやデジタルファブリケーション、そしてロボットやIoTなどの先端技術の開発・活用に取組んでいる。

作業所におけるデジタル施工技術は BIM データや施工空間の各種データを活用し、施工現場でのデータ連携による取付や自動計測から、今後は BIM データを活用した施工管理、ロボットの自律走行等へ適用範囲は広がっていくと思われる。本稿では、建設 DX 実現に向けた様々な取組みの中から、生産フェーズにおけるロボット・機械開発にフォーカスを当て建設 DX 実現に向けた取組みを紹介する（図-1）。

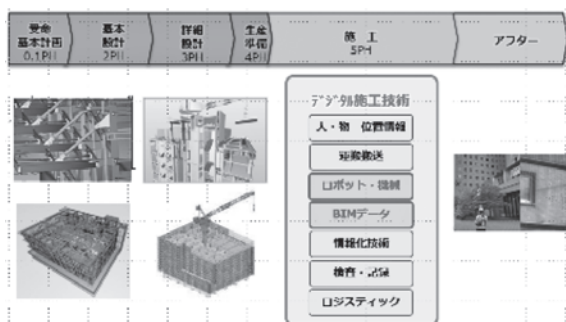


図-1 本稿の紹介内容範囲

## 2. ロボット・機械開発方針

1990年代、他社と競い合い、様々なロボット・機械を開発した（図-2）。

しかし、当時開発されたロボット・機械で現在活用されているものは一台もなく、その原因を分析すると、当時のロボット・機械は、非常に高機能である一方、操作が難しく、加えて、本体が大きく重たいものが大半であった。そのため、作業所にロボット・機械を設置するための前段取りが新たに発生してしまい、トータルでの生産性向上につながらず、加えてロボット・機械は非常に高価であり、コストの高さも普及展開を妨げてしまった要因と考える。この点を反省し、現在のロボット・機械開発では、人の作業をロボット・機械に置き換えるのではなく、ロボット・機械は道具であり、あくまでも「人の作業をサポートするもの」



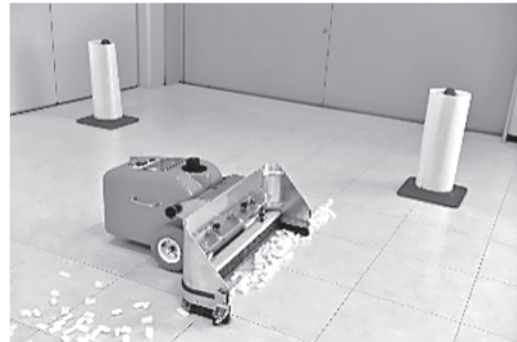
図-2 過去の開発機械

という考えをベースに、以下4つの開発方針を立て、開発を進めている。

- (1) ゼネコン目線ではなく、作業員ファースト  
開発者・ゼネコン目線で開発を行いたい機械ではなく、実際に機械を使う作業員が求める機能・ニーズから開発をスタートさせている。また、開発機械を普及展開させるために、開発が完了し運用フェーズに入った機械についても、生産性向上の効果検証、使用者へのヒアリングを行い、継続した機能改善を実施している。
- (2) コストは安く、シンプルな機能で簡単な操作人の作業をすべて、ロボット・機械で代用するのではなく、機能を限定的でシンプルなものとし、誰でも簡単に操作ができるものを目指している。機能を限定的にすることで、製造コストの低減も図っている。
- (3) 軽くて、コンパクト、設置・移動が容易であること  
ロボット・機械の導入は生産性向上・省人化・省力化の実現が目的であるので、搬入・設置に手間がかかっているのは本末転倒である。コンパクトでハンドリングが容易な機械であることは必須条件である。
- (4) 業界の技術連携により、自社の中だけでなく、社外に対してロボット技術の普及を進める。  
従来は、開発した技術に関しては、自社の中でクローズさせての活用スキームがメインであったが、ロボット台数を増やし、スケールメリットによりコスト低減を図るために、開発段階から社外展開を想定した開発体制をとっている。社外展開を進めるために、各開発ロボット・機械は極めて普通で一般的な「ネーミング」「外観」としている（写真—1～3）。

業界の技術連携に関しては、ロボット・IoT分野において、2019年に他社との2社連携をスタート（2020年1月30日リリース）させ、2020年にはもう一社が新たに加わり3社での技術連携を行っている。2021年9月にはさらにゼネコン15社が加わり、合計18社での建設RX（ロボットトランスフォーメーション）コンソーシアムを設立した（2021年9月22日リリース）。コンソーシアム設立の目的は、類似技術への重複投資をやめ、開発ロボット・技術の普及によりロボットコストを低下させ、業界全体へのロボット・機械の普及展開にあり、次年度はコンソーシアムの活動を加速させていく。

開発・展開を進めているものの中から、働き方改革・建設DX実現に向けて精力的に開発を進めているもの



写真—1 開発機械事例  
かき集めロボ「TOギャザー」



写真—2 開発機械事例  
天井設備材揚重機械「アップロー」



写真—3 開発機械事例  
清掃ロボ「AXキューイン」

を以下で紹介する。

### 3. 建設DXを目指して展開を進める具体事例

#### (1) オペレータの働き方を変革（タワークレーン遠隔操作システム「TawaRemo<sup>®</sup>」）

タワークレーンの運転席は高所にあり、高齢の技能者にとって肉体的負担が非常に大きく、また、執務環境は閉所で長時間単独での業務となるため、若手オペレータの指導・教育の難しさから、タワークレーンオ



ペレータは慢性的な人員不足となっている(写真—4)。

都心の高層建物において、クレーンオペレータには高い技量が求められ、経験豊富な熟練タワークレーンオペレータの確保は各社共通の課題であり、本技術は現在、3社連携のより作業所展開を進めている。

タワークレーン遠隔操作技術「TawaRemo<sup>®</sup>」(以下、本システムという)の技術詳細については本誌2020年7月号に掲載させていただいた。技術的課題は「操作信号・画像の遅延」「通信の安全性確保」であるが、通信の遅れに関してはオペレータが操作上違和感を感じないレベルの0.3~0.5秒を実現しており、通信の安全性確保のために、専用の閉域網を使うことで解決している。現在の展開状況は、2021年4月に他社の東京の作業所に国内で初めて適用を行い、2021年10月より自社の大阪の作業所では写真—5と同型の専用コックピットでの運用を行っている。2022年には3社における適用作業所を順次増やしていくために、現在コックピットの増産を行っている。

2022年以降には、次のステップとして、複数のコックピットを配置した「オペレーションセンター」を設置し、遠隔地からの操作、若手オペレータの教育につなげる活動を行う予定である。タワークレーンオペレータの執務環境改善により、慢性的なタワークレー



写真—4 タワークレーンオペレータの執務環境



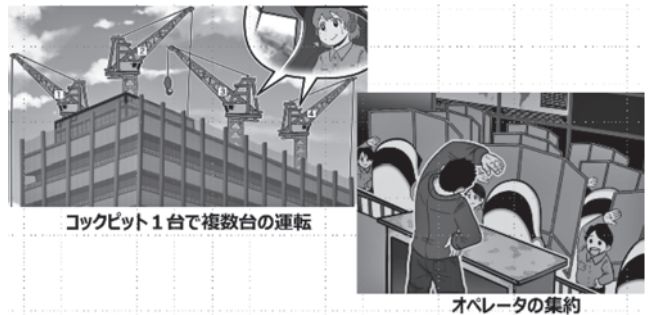
写真—5 本システム専用コックピット

ンオペレータ不足の解消を実現させたい(図—3,4)。

将来、タワークレーンの本体から運転席がなくなる時代がやってくるかもしれない。



図—3 本システム開発の狙い



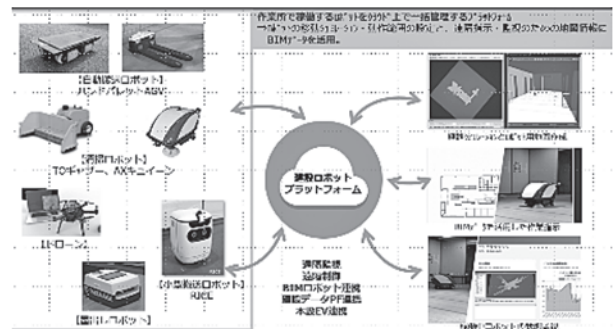
図—4 本システムの目指す世界

## (2) ロボット活用の進化(ロボットプラットフォーム)

全国の作業所で稼働するロボットの遠隔監視と制御を行うために、ロボットプラットフォームの開発を行い、現在システムに連携できるロボットを順次増やしている(図—5)。

ロボットプラットフォームの特徴は

- ・ 全国で稼働するロボットの状態を遠隔監視・制御
- ・ BIM データを使った移動シミュレーションと経路設定



図—5 ロボットプラットフォーム概念図

・本設EVとロボット連携の3つである。ロボットプラットフォームを活用した具体的な実証事例を以下に紹介する。

①【清掃ロボ】BIMとロボット連携

清掃ロボットを自律走行させるためには自己位置認識を行う必要がある。日々状況の変化する建設現場においては、都度走行用地図の作成が難しいため、従来は、ポールやカラーコーンといった目印を設置する「マーカー方式」や床面に走行ルートを明示する「磁気テープ方式」が取られている(図-6)。

ロボットプラットフォームでは、ロボット走行用地図をBIMデータから作成することができるため、上記のようなマーカー類の設置は不要となり、BIMデータから作成した走行用マップを使い、走行指示を出すことができる(写真-6)。

BIMデータとロボット連携は建設現場での活用はもとより、運用時のお客様が利用するロボットにも適

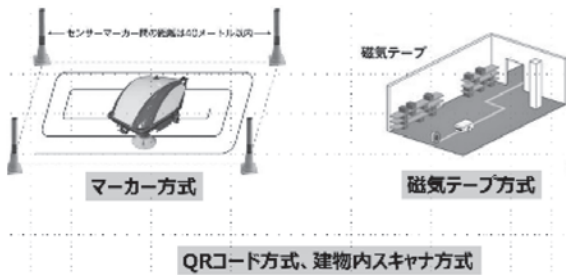


図-6 従来方法

用することが可能である。

②【搬送ロボ】建物とロボット連携

ロボットプラットフォームを活用し、本設エレベータとの連携実証も完了している。竣工後の建物において、搬送ロボットとの連携事例は一般的となっているが、建物竣工前に施工ロボットとの連携ができることで、生産フェーズにおけるさまざまな利活用が考えられるため、現在活用事例実証を進めている(写真-7)。現在は連携可能メーカーが限定的なため、今後連携可能メーカーを増やしていく予定である。

③【ドローン】BIM×DRONE(ビムクロスドローン)

ロボットプラットフォームにドローン連携させることで、非GPS環境となる建物屋内におけるドローン自律飛行が可能となる(2021年7月27日プレスリリース)。

BIMデータさえあれば、マニュアル飛行による事前の飛行用地図作成が不要となり、日々状況の変化する建設現場の屋内巡視はもとより、BIMデータが整備されているプロジェクトであれば土木工事分野での活用も可能である(写真-8)。

建設現場における、ドローン屋内自律飛行の実現は、作業所内の状況がいつでも、どこからでも確認することができるようになり、各種監視・管理業務に活かすことで、現在の監理業務のあり方を変えることが可能である。

現在、開発を進めているドローンは機体サイズが大きく、飛行可能開口寸法幅が1,500mm以上必要とな

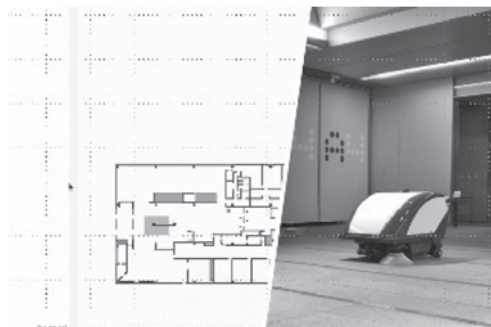


写真-6 BIMデータから作成した地図を用いての走行指示



写真-8 BIM×DRONE



写真-7 EVとの連携実証



るため、今後は、飛行時間・搭載可能ペイロード重量とのバランスを取りながら、機体のダウンサイズ化を目指していく。

ドローンソリューションに関しては、2022年春に、屋内外自律飛行システム「BIM×DRONE（ビムクロスドローン）」の名称で、リース会社を經由してサービスを提供予定なので、是非多くの方にトライアルをしていただき、技術のブラッシュアップに加え、サービスのコスト低減を実現したい。

#### 4. さらなる技術開発のための新しい拠点

2021年3月に、自社の機械部門である西日本機材センター名古屋サテライトがBCPの観点から移転を行い、未来にむけた新しいコンセプトで企画・設計された名古屋サテライトが本年本格稼働をしている（写真-9）。

新しく稼働した名古屋サテライトでは、場内タワークレーンの遠隔操作本システムのコックピットを常設し、オペレータの教育等に活用すると共に、設計時に作成したBIMデータを活用し、ロボットプラットフォームを活用した、BIMとロボット連携の開発テストフィールドとして、今後活用していく。

ロボットプラットフォームを活用しての、BIMとロボット連携には非常に大きな可能性を秘めており、

今後、名古屋サテライトを拠点に、社内はもとより社外関係者と連携して新しい技術へのチャレンジを続けていく。

#### 5. おわりに

建築生産の最前線となる作業所は、日々刻々と状況が変化するため、ロボット・機械による作業の自動化



写真-9 名古屋サテライト

は非常に難しく、従来からの建築生産の施工方法、環境、慣習・慣例を変えずして、大幅な生産性向上・省人化・省力化の実現には限界があると感じている。

「お掃除ロボット」が一般家庭に普及が進んでいる。広く普及した要因として、家具のサイズに合わせた多種のロボットを販売するのではなく、ロボットのサイズに合わせた家具が普及したことがロボット普及の一因と聞く。建設現場においても、ロボット・機械の性能、特性に合わせた、構造架構・納まり等にすることで建築生産現場における、ロボット・機械の使われ方も大きく変わると考える。

従来の慣習・慣例に囚われない新しいチャレンジにより、社会課題を解決し、未来の建設業を創造と建設業界の魅力向上に尽力していく。

JCMA

#### 【筆者紹介】

内藤 陽（ないとう あきら）  
株式会社 中工務店 生産本部 生産企画部

