

BIM を用いた統合施工管理システムの開発

靄見 淳也* 長澤 新治*
清田 茂晃**

要 旨

生産性向上を目的として、BIM 専用のソフトウェア(以下、BIM ツール)で作成した 3Dモデルなどを用いて工事を「見える化」する技術が多く開発されているが、施工段階で適用されている技術は少ない。従来の BIM ツールを用いたシステムを使用した場合、操作を行う人の習熟度や専用機器を必要とすることから、建設現場や各種製作工場など、関係者全員での活用が難しい側面があった。そこで、筆者らは、BIM ツールを使用する場合の習熟度や専用の機器を不要とし、簡便な操作で、建築工事を統括管理することが可能な「五洋建設統合施工管理システム:PiCOMS(ピーコムス:Penta-Ocean Integrated Construction Management System)」の開発を行い、その第一弾として、41 階建て RC 造超高層集合住宅のプレキャスト工事に導入した。元請職員や作業員がタブレット等から BIM ツールで作成した 3Dモデルの部材を選択して取付予定や実績を入力することで、製造・取付けの情報を工事関係者にリアルタイムで共有することが可能となった。その結果、工事関係者への指示、報告等の管理業務の 20%程度を削減できることを確認した。さらに、施工段階における BIM の活用として、本システムでは BIM の専門知識が不要で簡便な操作性により工事関係者全員での活用が可能であること確認した。

1. はじめに

生産性向上を求められるなか、建築物にプレキャスト(以下、PCa)部材を用いることが一般的になってきている。PCa 工事における元請職員の労務として、工場での部材製造状況、取付順序の指定と協力業者への連絡、調整、周知、取付け作業の進捗管理が管理項目として非常に大きな業務量を占めている。その理由として、現場と工場の情報伝達の手段として、メール、電話および FAX を利用して情報の共有を行ってきた。この情報をもとに、工場では現場搬入時の荷台への積込順序の決定、現場では部材の製造変更の対応可否などの判断をしている。しかしながら、工事の規模が大きくなる程、

情報の伝達や共有、確認に要する負担が大きなものとなってきている。そこで、PCa 工事での施工管理労力の削減を目的とし、工事進捗の「見える化」と情報の一元管理と共有を実現する「五洋建設統合施工管理システム:PiCOMS(ピーコムス:Penta-Ocean Integrated Construction Management System)」(以下、本システム)の開発を行った。本報では、本システムの第一段として、41 階建て RC 造超高層集合住宅のプレキャスト工事に導入した事例について、システム概要と現場での運用効果について報告する。

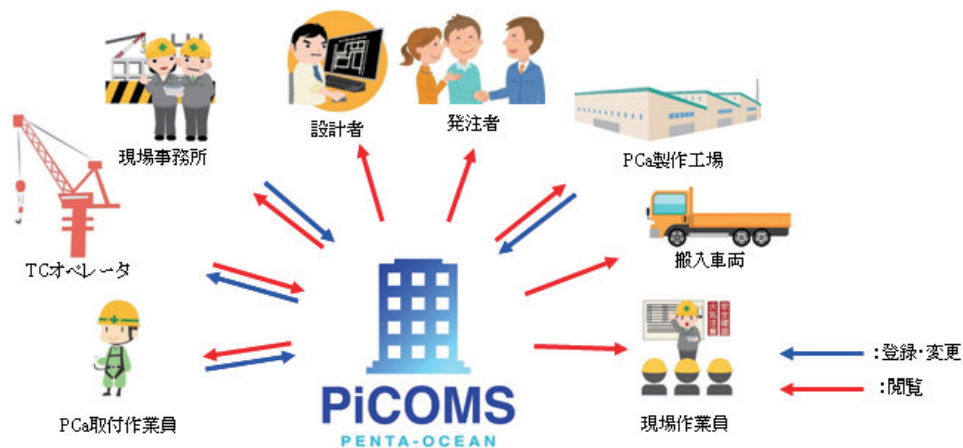
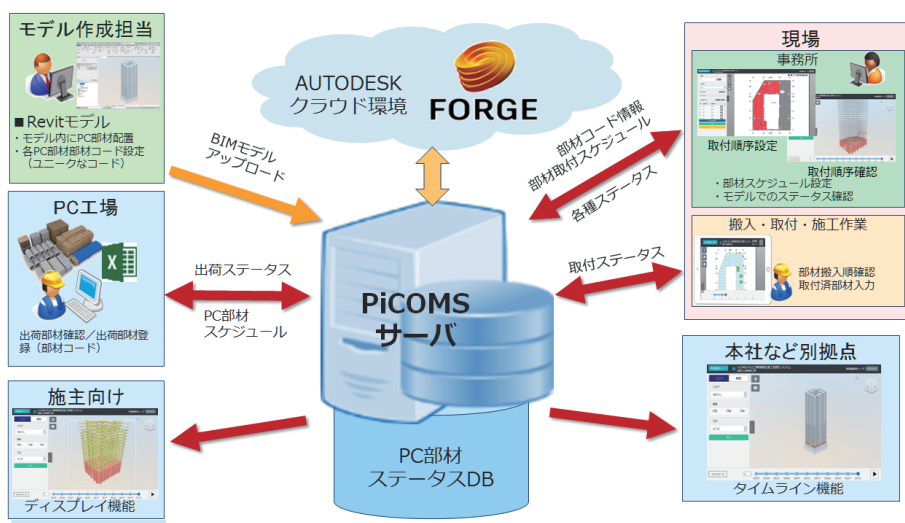


図-1 工事関係者間の情報共有イメージ

* 技術研究所 建築技術開発部
** ICT 推進室



図ー2 システム構成図

2. システム概要

本システムは、BIM 専用のソフトウェア(以下、BIM ツール)で作成した 3D モデルを用いた施工管理システムである。一般的にBIMは、施主との完成時のイメージ共有、設計時の各所納まり検討、積算数量の拾い出し等に利用されることが多いが、いずれの場合も操作の際に BIM に関する専門知識が必要とされる。しかし、日常的に BIM ツールを使用しない者にとって、業務への利用はハードルが高く、そのため、実際の建設現場における施工管理での BIM 活用の事例は少ない。そこで、開発着手時に本システムの利用対象者を、日常的に BIM を使用しないユーザーが操作することを前提とし、直感的に操作できる環境を整えることに最大限配慮した。なお、本システムの操作、運用方法については3章に記す。

2.1 システムの特長

本システムは、発注者、設計者を含めた工事関係者全員で情報共有することを目的としている。工事関係者間の情報共有イメージを図ー1に示す。本システムが現場で有効活用されるために実現させた項目を、以下に示す。

- 1) 情報をクラウドサーバー上で一元管理することにより、情報の正確性と伝達のスピード化を実現
- 2) PCa 工場の製造状況や、現場の施工状況を BIM ツールで作成した 3Dモデル上に表現することで工事情報の「見える化」を実現
- 3) QR コードからのアクセスも可能とし、より操作の簡便化、情報入手の手軽さを実現
- 4) BIM ツールの習熟度や専用機器を不要とし、誰でも操作できる環境を実現

このような特長を有するシステムを、工事管理のツールとして使用することで、PCa 工事での施工管理労力を削減することを可能にした。



図ー3 導入現場パース

表ー1 工事概要

施工者	五洋建設株式会社 東京建築支店
規模	延べ床面積 53,456.13 m ²
	建築面積 3,257.06 m ²
構造	鉄筋コンクリート造 PCa 造 地上 41 階 地下 2 階
竣工	2021 年 6 月 予定
PCa 部材数	柱 1,123 ピース
	梁 1,434 ピース

2.2 システム構成

本システムは利用者の利便性を考慮し、専用アプリではなくWEB上で操作するWEBアプリケーションとし、関係者には利用時にURLとID、パスワードを公開している。システムの構成を図-2に示す。使用するBIMはAutodesk Revitで作成し、情報の一元管理を行うクラウド環境としては、Autodesk Forge環境を採用している。Autodesk Forgeとは、クラウドに設置したBIM/CADデータをユーザーのWEBシステムに組み込み、配信するためのAutodesk社の開発ツールである。そのため、Autodesk Forgeを使用することで、高価であり、操作を行う習熟度や専用の機器を必要とするBIMツールを用いずとも、ブラウザがあればPC、モバイル端末を問わずこれらのデータを組み込んだシステムを配信・利用することができるため、本システムの開発には最適な仕組みであった。

3. 工事への導入事例

本システムを実プロジェクトに導入した事例をもとに、システムの詳細と導入時の効果を検証した結果を示す。

3.1 検証事項

本システムは、PCa工場との製造管理、現場施工管理の情報共有手段として適用し、検証内容を以下に示す。

- 1) 製造状況の入力方法
- 2) 現場施工情報の入力方法
- 3) 工事進捗情報の共有
- 4) システム導入がもたらす効果

3.2 工事概要

本システムを導入したプロジェクトは、東京都内に建設される再開発計画「武蔵小山駅前通り地区第一種市街地再開発事業施設建築物」であり、41階建てRC造超高層集合住宅を含む、複合施設である。導入工事の建物外観を図-3に、工事概要を表-1に示す。

3.3 各情報の入力方法と共有方法

本システムで共有するPCa部材情報を表-2に示す。

3.3.1 製造状況情報の入力方法

製造情報の入力、PCa工場の製造管理担当者が行った。本システムをPCa工場に導入する際は、従来の管理手法と異なる方法をPCa部材の製造工程に取り込んだ場合に工場の製造管理担当者の労務増加による弊害が危惧されたため、

従来の製造管理で使用していたエクセルシートをそのままシステムへアップロードするだけの単純作業で完了できる仕組みとした。

3.3.2 現場施工情報の入力方法

現場施工状況のシステムへの入力は、部材取付予定日および取付順序を元請職員が、部材取付完了をタワークレーンオペレータが行った。入力は、システム上で表示される平面図上の対象部材をタッチして、登録するだけである。PCa部材取付予定日および取付順序入力画面を図-4に示す。図中の赤塗潰し部が、指定日に取り付けられる部材を示し、部材中の数字が当日の取り付け順序を示している。タワークレーンのオペレータが、運転席に設置したタブレット端末を用いて、各部材の取付完了後、即座に入力するため、リアルタイムで進捗情報を共有することが可能である。

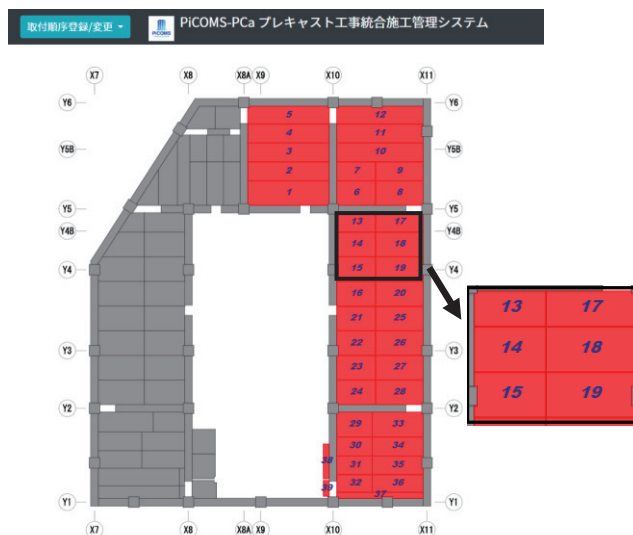


図-4 施工情報入力画面(取付予定日)

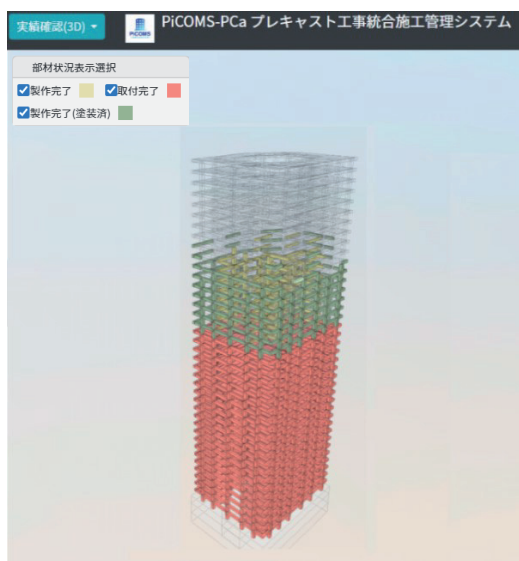


図-5 3Dモデルへの各ステータス表示画面

表-2 システム上で共有するPCa部材情報

	対象部材	共有する情報
製造状況	柱・梁	製造予定日
		製造完了日
		工場塗装完了日
現場施工状況	柱・梁・床	PCa部材取付予定日
		および取付順序
		PCa部材取付完了日

種	取付予定	工場	順	部材番号	ステータス	製作予定	製作完了	塗装	取付完了	
17F	2020/01/10	A工区	1	C2	17C-1	注入工事済	2019/10/21	2019/10/21	完	2020/01/10
17F	2020/01/10	A工区	2	C2	17C-6	注入工事済	2019/10/03	2019/10/03	完	2020/01/10
17F	2020/01/10	A工区	3	C1	17C-8	注入工事済	2019/10/28	2019/10/28	完	2020/01/10
17F	2020/01/10	A工区	4	C5	17C-					20/01/10
17F	2020/01/10	A工区	5	C1	17C-					20/01/10
17F	2020/01/10	A工区	6	C1	17C-					20/01/10
17F	2020/01/10	A工区	7	C1'	17C-					20/01/10

図-6 各部材のステータス一覧表示

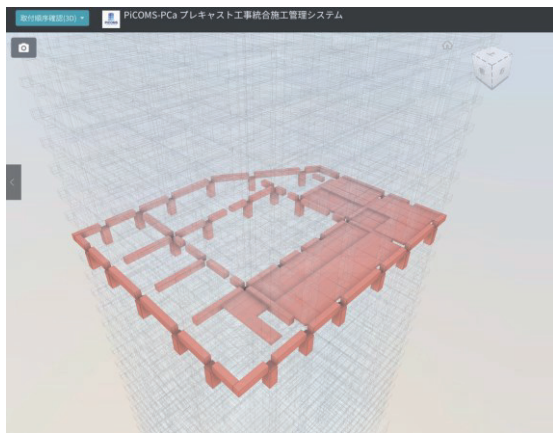


図-7 取付順序の3D表示画面

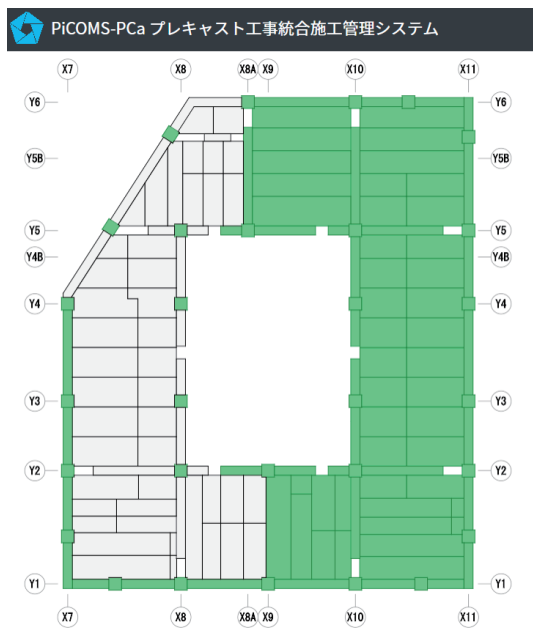


図-8 部材取付状況リアルタイム表示画面

3. 4 工事進捗情報の共有

前節の仕様に基づいて入力された情報は、視覚化された

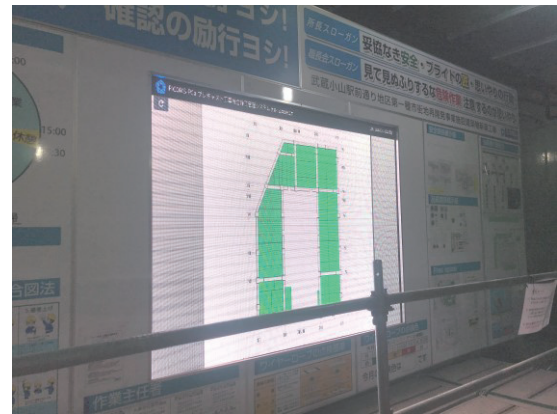


図-9 朝礼看板 LED モニターへの表示状況

※写真に縞模様が映っているが、朝礼看板にLEDを使用しており、また、撮影時のカメラの性能によるもので、実際の表示状況は問題ない。

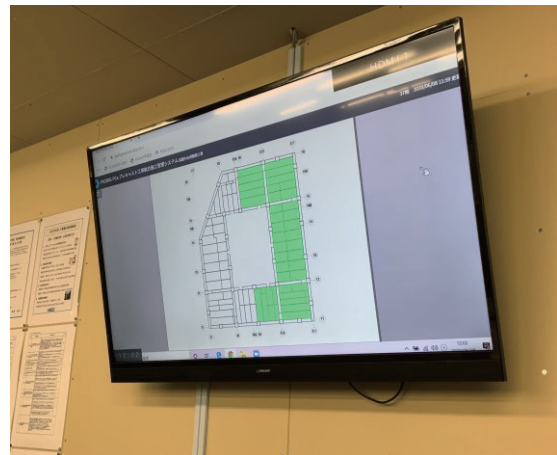


図-10 現場事務所モニターへの表示状況



図-11 デジタル自動販売機モニターへの表示

3D モデル上に様々な形で表示され、共有可能となる。表示される情報は以下の通りである。

1) BIM ツールで作成した 3D モデル上に各ステータス(製造完了、工場塗装完了、取付完了の計 3 段階)を色分け表示

BIM ツールで作成した 3D モデルへの各ステータス表示状況を図-5に示す(図中の黄色は製造完了、緑は工場塗装完了、赤は取付完了部材)。

2) 各部材のステータス一覧表示

各部材の現状(製造完了の有無、塗装完了の有無など)を一覧表として表示することが可能であり、また、検索機能を付加しているため、必要に応じて期間や階毎のリストアップも可能である。一覧表を図-6に示す。

3) 取付順序 3D 確認表示

取付順序の 3D 表示状況を図-7に示す。3D 表示画面では、時間経過も確認することが可能で、指定取付順序をアニメーションとして再生・確認することもできる。

4) 施工階の部材取付状況リアルタイム表示

施工階のリアルタイム部材取付状況を図-8に示す。図中の緑は取付完了を、白抜きは取付けが終わっていない部材を示す。本システムでは、前述の通り、PCa 工事に関する様々な情報が集約され一元管理されおり、必要に応じた情報が最も見やすい形で視覚化される。

工事関係者が必要とする情報は、それぞれの担当工事内容により異なってくる。そこで、必要な情報を入手するための手順を極力省略するために、各工事の関係者ごとに提供する情報を絞り込み、直感的に操作できる環境を構築した。さらに施工階のリアルタイムな部材取付状況のみが必要な関係者に対しては、QR コードから図-8に示す表示画面に直接アクセスできるようにしている。同時にこの画面は、現場内の各所に設置したサイネージ設備から放映されているため、更なる共有化を図っている(図-9、10、11、12 に場内サイネージの状況を示す)。

3.5 システム導入効果の検証

本システムを利用することで、従来の PCa 工事の管理方法よりも迅速かつ多くの情報を共有することが可能となった。その効果として、施工管理業務(製造～取付工事)の労力低減に関して、工事関係者への指示、報告等の管理業務を 20% 程度の削減効果を確認できた。PCa 工場では、部材積み込み時の搬入車両計画を事前に詳細まで検討することができ、生産性が向上する効果を確認した。

また、一部の部材搬入車両の運転手が施工階の部材取付状況をスマートフォンで確認しながら、現場入場のタイミングを判断していた。

現場では、当初のシステム運用対象外とした施工業者においても、現場内サイネージを通じて施工階の部材取付状況を確認しながら、施工の段取りを行うタイミングを決めており、情報共有の効果が確認された一面もあった。

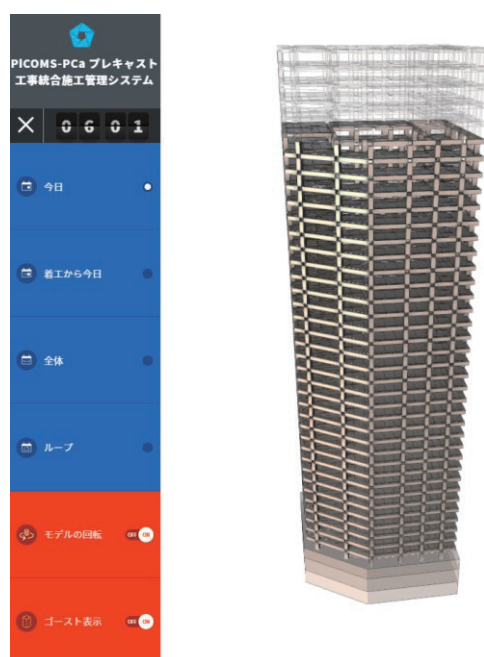


図-12 サイネージ用の進捗状況モデル

一方、課題としては、タワークレーンオペレータにより取付状況の情報が入力されたが、上階では Wi-Fi を含めた通信環境が悪くなる場面もあり、現場内の通信環境の整備は、本システムを利用する上での必須条件となることを確認した。

4. まとめ

PCa 工事で、施工管理業務(製造～取付工事)の労力低減に関して、工事関係者への指示、報告等の管理業務の 20% 程度を削減できることを確認した。さらに、施工段階における BIM の活用として、本システムでは BIM の専門知識が不要で簡便な操作性により工事関係者全員での活用が可能であること確認した。

今後は、本システムを他工種へ展開を行っていくとともに、製造の前工程である各種製作図の図面進捗管理への導入を行い、工事全般の「見える化」を促進していく予定である。

【謝辞】

本システムの開発および運用にあたり、応用技術株式会社ならびに SMC プレコンクリート株式会社に多大なご協力を頂きました。また、システムに利用する BIM の 3D モデルの作成には、建築本部技術部 BIM グループにご協力頂きました。厚く御礼申し上げます。