

PCa工法による大規模高層集合住宅の設計・施工

Design and Construction of Large-scale High-rise Condominium Project by Precast Concrete Building Method

安野 郷*1	尾畑 毅*2	岩崎 修一*3
Satoshi Yasuno	Takashi Obata	Shuichi Iwasaki
塚本 圭*3	千葉 秀一*3	伊藤 真二*4
Kei Tsukamoto	Shuichi Chiba	Shinji Ito

要旨

3万㎡超の広大な敷地に、住戸数880戸の大規模分譲マンションを建設中である。住宅棟6棟のうち、25階建ての超高層棟2棟には小梁のないチューブ架構が採用され、柱や梁などの主要部位をPCa化することで高品質な躯体構築を可能にした。中高層棟4棟にも工業化工法を採用し、高品質な躯体構築を可能にした。本報告ではPCa工法の紹介に加え、全体建築計画および構造計画の概要、施工管理の高度化を目的に導入した各種管理技術・システムについて報告する。
キーワード：超高層 PCa サイクル工程 品質管理 一括揚重 日報システム

1. はじめに

千葉県柏市において、3万㎡超の広大な敷地に、住宅棟6棟、住戸数880戸という大規模分譲マンションを建設中である。

そのうち25階建ての超高層2棟については、小梁のないチューブ架構を採用し、柱や梁などの主要部位をプレキャスト（以下、PCa）化することで高品質な躯体構築を実施した。

本報告ではPCa工法の紹介に加え、大規模集合住宅の全体計画、構造計画概要、施工管理の高度化を目的として取り組んだ管理システムについて報告する。



写真1 施工中の建物全景

2. 建物概要

2.1 建築計画概要

千葉県・柏市、東京大学・千葉大学、民間企業・市民の「公」「学」「民」の連携によって実現する、国際学術研究都市・次世代環境都市「柏の葉キャンパスシティ」は、グローバル化する環境問題をはじめ、さまざまな課題を持つ世界の都市へ先進モデルとして発信する知力のある街づくりを行っている。

街区づくりにおいて、構想の基本となったのが「アーバンデザインコントロール」という考え方である。これらはランドスケープと建築の一体化を目指したもので、街区全体のまとまりを重視しながら、人が見て、暮らして、心地よい街空間をつくりだしている。

パークシティ柏の葉キャンパス二番街は、広大な敷地に2つの超高層棟と4つの中高層棟からなる6棟を、それぞれのボリュームを見ながら、広がりある景観が生まれるように配棟している。さらに、それらの住棟に囲まれた敷地の中央に、広々とした緑のオープンスペース「コモン（共用施設棟）」を設けることで、開放感と落ち着きを同時に感じられるようにしている。

外観デザインを細部の表情が求められる建物の基壇部、街の目印となる建物最頂部、そして二つを結ぶ中層部からなる三層構成とすることで、街に豊かな景観をもたらしている。

*1 大阪本店 建築設計部 *2 東京本店 建築設計部 *3 東京本店 建築部 *4 技術研究所 建築技術研究部門



図1 街区全体パース図

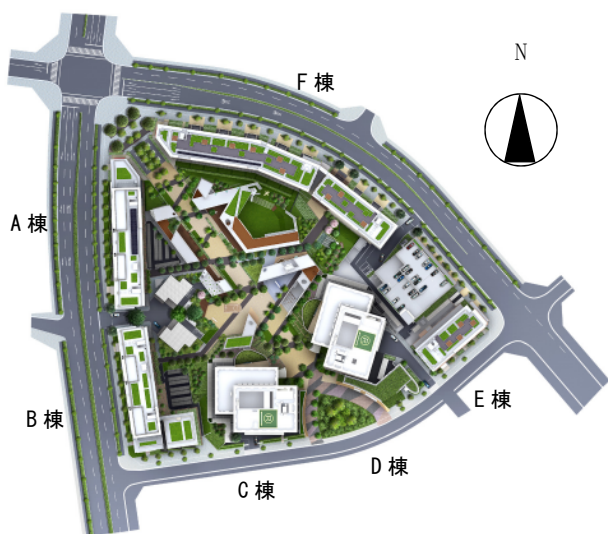


図2 街区配置計画図

表1 建築概要

物件名称	パークシティ柏の葉キャンパス二番街
建設場所	千葉県柏市若柴227-6 柏の葉キャンパス 147街区1
発注者	三井不動産レジデンシャル(株)千葉支店
設計監理	(株)鴻池組東京本店一級建築士事務所
施工	(株)鴻池組東京本店
工期	2008年8月～2012年4月(街区全体工期)
建物規模	A棟：地上14階、延床面積15,448.05m ² B棟：地上14階、延床面積16,209.14m ² C棟：地上25階、延床面積29,576.05m ² D棟：地上25階、延床面積29,901.50m ² E棟：地上7階、延床面積3,630.71m ² F棟：地上7階、延床面積17,692.97m ²

2.2 構造計画概要

超高層棟2棟(C棟、D棟)は、敷地内を南北に通るグリーンアクシスを軸として対象なフレーム構成をしている(図2)。主体構造は鉄筋コンクリート造、地上階の架構形式は純ラーメン架構の4.7m～5.8mスパンで、基準階階高は3.3mである。図3に示すように小梁のないチューブ架構を採用することにより、住戸プランの自由度を高める計画と

した。高強度コンクリート(Fc60)による柱、梁部材を高品質かつ高精度に構築するためには、品質管理の行き届いた工場で生産されたPCa部材が有効となる。柱および逆梁をフルPCaで製作、順梁をハーフPCaで製作し、図4に示すように梁主筋を機械式継手によって柱梁仕口内で接続し、現場打ちコンクリートにより柱梁仕口部を構築する工法を採用した。住戸内は梁のない構造としており、長スパンに対応するため、床にはPC鋼線を内蔵するFR板ボイドスラブを採用した。

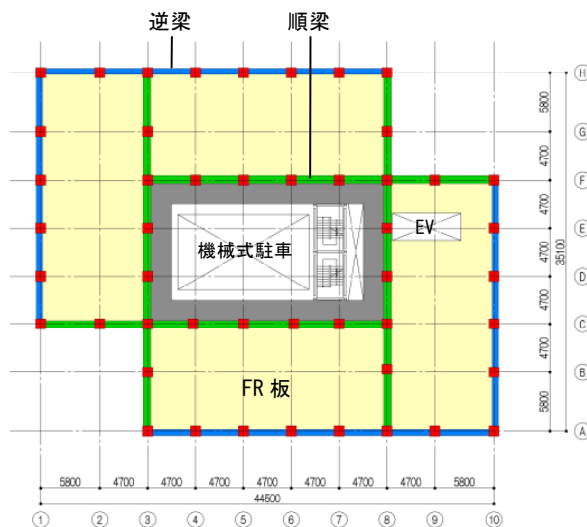


図3 基準階伏図

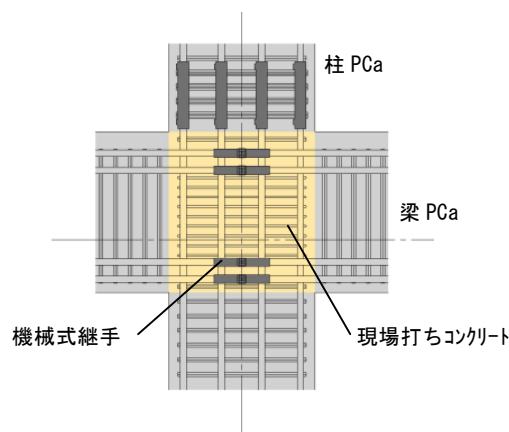


図4 柱梁仕口部

3. 施工計画概要

3.1 全体仮設計画と揚重機配置

全体仮設計画図を図5に示す。

躯体のPCa化は、品質向上や工期短縮などのメリットはあるが、生産設備面では揚重部材が大型となるため、在来工法と比べ大型のクレーンが必要となる。

超高層棟2棟のタワークレーンは、図6に示すように1

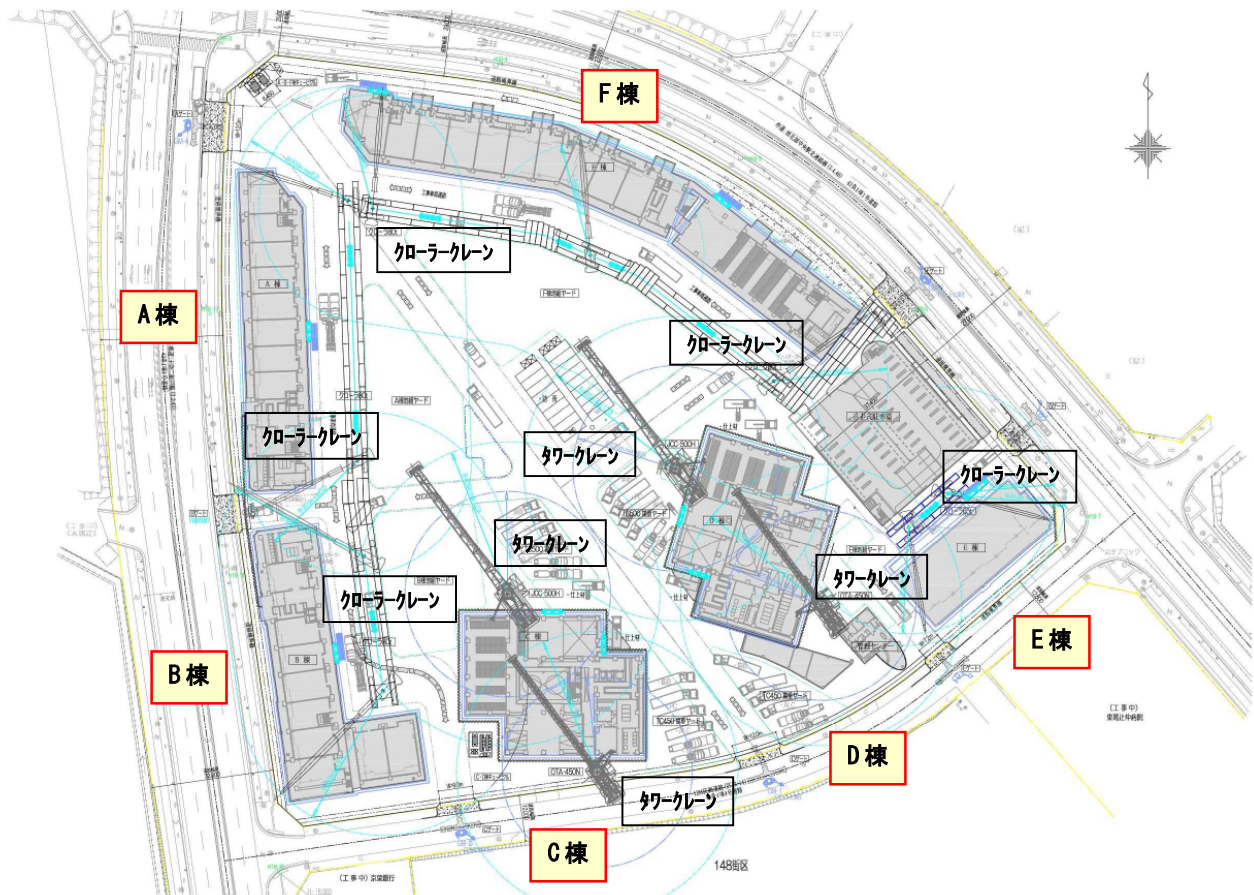


図5 全体仮設計画図

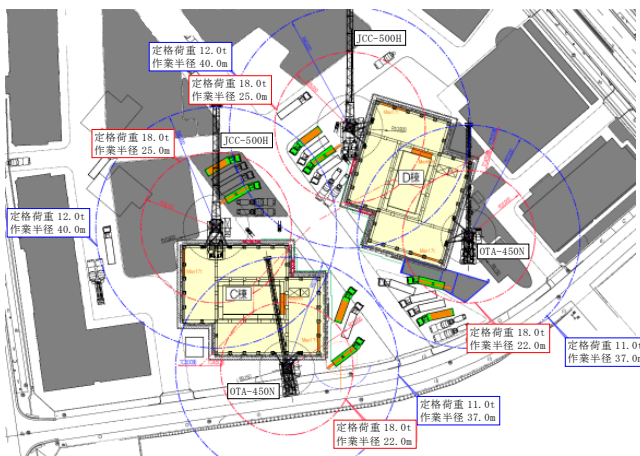


図6 超高層棟タワークレーン配置図

棟当たり 500t 級を 2 機配置し、最大部材重量（約 17t）を考慮して、建物の近くでクレーン能力が十分発揮できる位置にトラックを横着けし、車上から直接建て方を行う方式を採用した。また、建物が 2 棟あるため、互いのサイクル工程を調整することにより、PCa 部材の吊り治具などを共有化した。

中高層 4 棟については、柱、梁、戸境耐震壁配筋を行う地組ヤードを設け、各棟に配置したクローラークレーンに

より揚重した。また、クローラークレーンに懐を設けることによって、躯体動線と仕上動線を完全に分ける配置とした。

3.2 超高層棟の PCa 工法とサイクル工程

超高層棟 2 棟（C 棟、D 棟）は、1 フロアの面積および PCa 部材の数量・重量などを考慮して、2 機のタワークレーンを効率的に利用することで、工区分割をしない施工計画とした。これによって作業の均一化が図れ、コンクリート打設時の打ち継ぎなどの処理が発生しないように計画できた。

1 フロアの構築に要する日数は作業の習熟を考慮して 12 日からスタートし、4・5 階では 9 日、6 階以降は 7 日サイクルとした。PCa 工法は 1 階柱（1SL+1000 以高）より実施し、PCa 部材の分割数は、柱 48 ピース（フル PCa）、逆梁 14 ピース（フル PCa）、順梁 18 ピース（ハーフ PCa）、内床 57 ピース（ハーフ PCa）、廊下 12 ピース（フル PCa）とした。

7 日サイクル工程における主な作業内容を表 2 に、主な作業状況写真を写真 2～7 に示す。

表2 サイクル工程作業内容

1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
<ul style="list-style-type: none"> ■ 外部足場・養生フェームクライミング ■ 基準墨出し ■ 柱PCa継手ケラ材先行搬入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 柱PCa建方 ■ ALC版先行搬入 ■ 梁・内床支保工組立 ■ 柱ジョイントケラ注入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 梁PCa建方 ■ 内床支保工組立 ■ 柱梁仕口部梁主筋継手 ■ 柱ジョイントケラ注入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 内床PCa・柱PCF建方 ■ スラブ配筋 ■ 廊下支保工組立 ■ 柱梁仕口部型枠 ■ 砂・セメント・設備品先行搬入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廊下PCa建方 ■ スラブ配筋 ■ 逆梁型枠 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 階段・立体駐車場鉄骨建方 ■ スラブ配筋 ■ 逆梁型枠 ■ CON強度分け型枠 	<ul style="list-style-type: none"> ■ コンクリート打設

■1日目 ユニット足場クライミング、基準墨出し



写真2 ユニット足場クライミング

■4日目 内床 PCa 板建方



写真5 内床 PCa 板建方

■2日目 柱 PCa 建方



写真3 柱 PCa 建方

■5日目 廊下 PCa 板、スラブ配筋、型枠建て込み

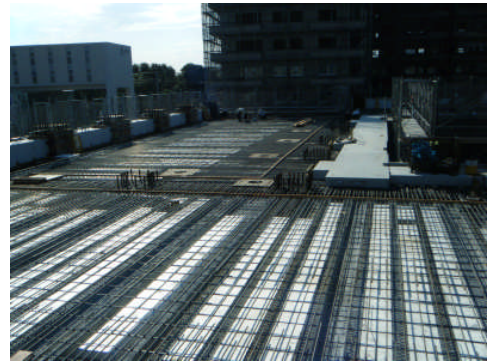


写真6 スラブ配筋状況

■3日目 梁 PCa 建方



写真4 梁 PCa 建方

■6日目 スラブ配筋、型枠建て込み
鉄骨階段・機械式駐車鉄骨建方

■7日目 コンクリート打設



写真7 コンクリート打設

3.3 中高層棟の PCa 工法と鉄筋地組工法

中高層 4 棟は、在来工法に加え、一部 PCa 工法を採用した。そのうち PCa 化した部位は、内床、バルコニー、廊下にてハーフ PCa 板を採用した。また、4 棟の基準階階高、平面形状を統一することで、階段を同一型枠にて PCa 製作し、施工時の仮設階段として有効利用した。柱、梁、戸境耐震壁の配筋を場内に整備された地組ヤードにて行い、クローラクレーンにて揚重することで作業の効率化を図った。



写真 8 階段 PCa 建方

4. 施工管理

4.1 超高層棟躯体工事の品質管理

柱 PCa の主筋継手はグラウト充填工法の機械式継手、梁 PCa の主筋継手はエポキシ樹脂充填工法の機械式継手を採用した。また、一部の柱梁仕口部フープ筋に鉄筋の重ね継手部分にスリーブをセットし、油圧機器で接合を行う機械式継手を採用した。これらの工法は作業員の熟練度や天候に左右されることなく、均一の品質が保たれることから、高品質な躯体を構築できた。躯体工事での管理ポイントとして以下の項目を重点管理項目とした。

- ①配筋検査の全数検査実施
- ②柱・梁 PCa の建方精度の確認
- ③柱 PCa のグラウト充填工法の確認

これらの検査・確認は、協力会社自主検査、担当職員自主検査、監理者検査など、複数の眼にて全数チェックを行うことで、設計図書通り確実に施工していることを確認した。以下に、一例として配筋検査体制について報告する。躯体形状、配筋本数・径・ピッチ・かぶり厚さなどの検査について、これまでは協力業者と担当職員とを併せて全数検査を実施（シングルチェック）していたが、当工事では協力業者、担当職員、監理者各々が全数検査を実施（トリプルチェック）した。さらに配筋写真担当を別とし、抜き取り検査をすることで更なる管理・品質向上を図った。配筋写真用黒板については、現地で黒板に直接記入をせず、あらかじめ工事事務所にて作成、確認（ダブルチェック）し

た図面を黒板に貼りつけることとし、確実な方法を採用した。この方法は超高層棟のみならず、中高層棟、共用施設棟を含めた全ての建物に適用し、不適合が発生することなく施工することができた。

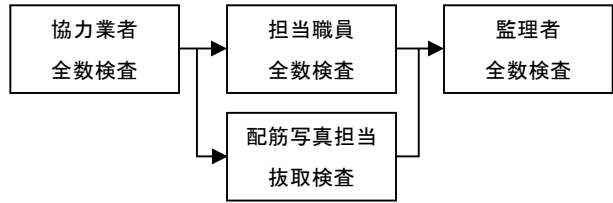


図 7 配筋検査のフロー

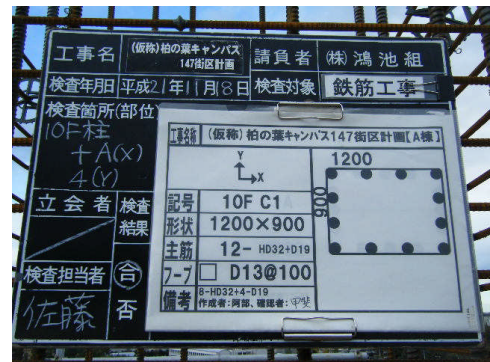


写真 9 柱配筋写真黒板

4.2 管理システムの構築

これまで、現場作業における資材の搬入・搬出、資材の荷揚げなどの使用管理調整や、現場業務における作業日報の作成、出面集計、災害統計、協力業者職長が記入する翌日作業手配書の作成などに多大な労力を要してきた。特に、棟数が多い大規模現場では、職種、業種とも多数にわたるため、担当職員業務の大半を打合せ、調整に費やすことになる。

また、型枠建込み前にスリーブ、配筋、かぶり厚さなどのチェックを担当職員が実施してきたが、スリーブの入れ忘れなどの不具合が発生したケースもあった。

このようなことから管理システムの構築を行った。

4.2.1 一括揚重システムの構築

資材の搬入・搬出、資材の荷揚げ、仮設エレベーターの使用などを一括管理する揚重センターを設置した。資材だけではなく、ゴミの管理（ゴミ降ろし、分別、協力業者ごとのゴミ量集計）にも一括管理システムを採用した。一括管理とすることで、現場職員の労務時間の短縮が図れ、搬出入タイムスケジュールを揚重センターにて管理するため、より円滑な現場運営が可能となった。

4.2.2 日報システムの構築

定時作業打合せ時に協力業者職長がタッチパネルにより、作業内容、出面集計、安全指示などを入力することで、そ

のデータに基づき作業日報、翌日の手配指示書、出面集計、災害統計などの資料が纏まる日報システムを構築した。この結果、担当職員、協力業者職長の労務時間短縮が図られ、簡単に入力できるので作業手配書の作成漏れがなくなった。また、職種・業種ごとの出面集計がデータとして残っているので、職種ごとの歩掛りを把握することも容易にできるようになった。



写真10 日報システム

4.2.3 型枠看板設置による管理

不具合防止対策として型枠看板の設置を行った。設備・電気協力業者職長、設備担当職員がスリーブ径、位置の検査を実施、建築担当職員が配筋、かぶり厚さの検査を実施した後に型枠建込みを行うルールとした。このルールにより更なる品質向上が図れ、不具合がない施工を行うことができた。



写真11 型枠看板

4.3 大型床版のたわみ測定

C棟、D棟の床版は長スパン床（内法10m）であり、長期たわみ性状を把握することが重要となる。実施工床でのたわみ測定は現場での施工作业中の測定となることから様々な困難があり、実例は少ない。今回、施工中に約1年間のたわみ測定を行ったので、その結果について報告する。

表3に測定の概要と結果を示す。たわみ測定は、レーザー変位計を用いて、2階床のたわみおよび2階と3階床間の相対変位の常時測定により行った。測定点はスパン中央

とした。また、3階以上の相対変位をレーザー距離計にて随時（2週間に1度）測定した。測定は、対象床に関する支保工が解体された日を基準とした。

図8に測定たわみの経時変化を示す。2階と3階の相対変位は、C棟では200日目に+0.68mm、D棟では170日目に-1.01mmのピークがあり、その絶対値は共に1mm程度に収まっている。また、3階以上の随時測定結果でも相対変位は1mm以下であった。C棟とD棟とで相対変位の挙動が異なっているのは、工程に約2ヶ月ずれがあるため温湿度などの環境条件が異なることや、3階床の仕上げなどの施工状況の違いなどが原因と考えられる。

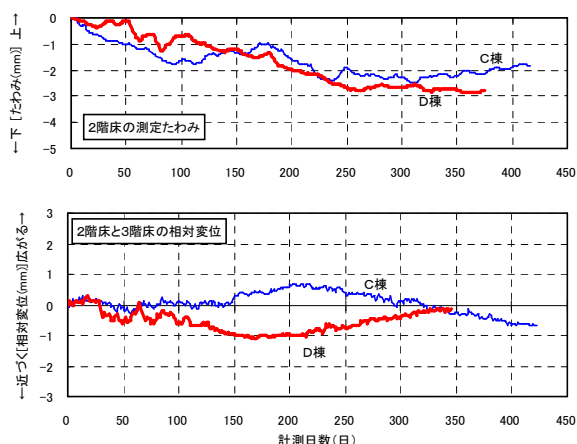


図8 測定たわみの経時変化

表3 たわみ測定の概要と結果

		C棟	D棟	
計測期間	開始日	2009年11月11日	2010年1月7日	
	終了日	2011年1月11日	2011年1月30日	
		427	389	
結果	2階床	最終	-1.834	-2.840
		最大	-2.473	-2.853
	2階-3階	最終	-0.617	-0.120
		最大	0.685	-1.013

5. おわりに

本工事は、形状、階数の異なる複数棟の大規模分譲マンションの建設であった。街づくりを考慮した建築計画が行なわれ、それぞれの棟の特徴を活かした構造計画およびPCa工法をはじめとする各工法の採用、品質・生産性向上を目的とした品質および管理システムの構築などを実施した。このような多種多様にわたる工事を経験したことを今後活かし、これからも顧客の求める品質を満たし、高い生産性を可能とする建設方法を追求したいと考える。

最後に、本報告の取り纏めに際し、ご協力いただきました本工事の発注者および関係各位の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- パークシティ 柏の葉キャンパス二番街
http://www.31sumai.com/mfr/G9910