

# プレキャストコンクリート工法による超高層マンションの施工

## Construction of Skyscraper Condominium by Precast Concrete Building Method

有川 浩二\*1 東影 正博\*1 柴田 泰英\*1  
Koji Arikawa Masahiro Higashikage Yasuhide Shibata  
野村 高史\*1 小川 雅史\*1 岩下 智\*2  
Takashi Nomura Masafumi Ogawa Satoru Iwashita

### 要旨

都心に立地する46階建ての超高層マンションの建設に、柱や梁などの主要構造部のほとんどをプレキャストコンクリート(PCa)とした工法を適用した。揚重機や足場など仮設設備の工夫により、各階の作業工程をスムーズに運営することが可能となり、1フロアを4日で定常的に構築できた。また、建設の過程で得られたデータからPCa化部位の増加に伴う工期短縮および労働生産性の上昇が確認された。また、高強度コンクリートや制振ダンパーを採用した高品質な躯体を覆う外周部には、タイルを打ち込んだ高付加価値のPCa部材を採用している。これらにより、高い品質を備えた超高層マンションの建設において、工期短縮、省力化など生産性向上を図ることができた。

キーワード: PCa 超高層 工期短縮 高精度 労働生産性 制振ダンパー 高強度コンクリート

## 1. はじめに

ここ数年、都心やその周辺地域で超高層マンションの建設が急激に増えている。都市居住の新たなスタイルとして20年以上前から注目され、ランドマーク的に建設されていたものの、用地や建設コストの問題、また設計および施工上の課題もあり、一般化するには至らなかった。

当社においては1980年代初頭から、鉄筋コンクリート造による超高層住宅の設計および施工技術の開発に取り組み、1989年に第1号となる31階建て共同住宅を大阪市内に完成させた。この当時の使用コンクリート強度は40N/mm<sup>2</sup>前後で、現場打設コンクリートによる躯体の構築が主流であった。

最近の超高層マンションは、都心や周辺の工場地帯等の再開発によるものが多く、高さも100mを大きく超えて150mに達するものも少なくない。また、建物形状も柱や梁を外周に配置したアウトフレーム型が多くなっている。これらの建築計画が施工面に少なからず影響し、プレキャストコンクリート(以下PCaと略す)工法の採用が進んでいる。高度成長期に大量生産の担い手として活躍したPCa工法が、高品質で複雑な形状に対応できる高付加価値型へと進化している。本報告では都心部での超高層マンション建設における事例として、高度にシステム化されたPCa工法を紹介する。

## 2. 建物概要

### 2.1 計画概要<sup>1)</sup>

本建物は大阪ビジネス街の中心、淀屋橋に位置し、隣接する都市型ホテルと共に計画された。地上46階、高さ152mのタワーマンションは、周辺でも大変目立つ存在となっている。垂直方向への配置は、地下3～1階に駐車場、1階にエントランス・ロビー、2階に駐輪場やコミュニティー・ルームなどの共用部、そして3～46階に各フロア4～8戸の住宅(総戸数304)が配置されている。また、住棟のデザインは、柱や梁が外周部に配置されたアウトフレーム型で、外周部の柱、梁、壁はタイル仕上げとなっている。ホテル棟(15階建て、客室数466室)を含めた敷地形状はL型で、北側には住宅用の駐車場棟(地下3階、地上部は立体駐車場)が隣接している。各棟は地下階で全体がつながっているが、エキスパンション・ジョイント(EXP.J)で構造的に縁が切られている。

表1 工事概要

工事名称	(仮称)アップルタワー<淀屋橋>&アパホテル<淀屋橋>新築工事
工事場所	大阪市中央区高麗橋3丁目14番2、他
発注者	アパ建設株式会社
設計・監理	株式会社 日企設計
構造設計	株式会社 鴻池組
施工	株式会社 鴻池組
工期	2004年5月～2007年6月
構造・規模	<アップルタワー・淀屋橋> RC造、地下3階、地上46階、塔屋2階、最高部高さ152m 建築面積1,087㎡、延床面積37,243㎡、住戸数304戸

\*1 大阪本店 建築部 \*2 建築本部 エンジニアリング部

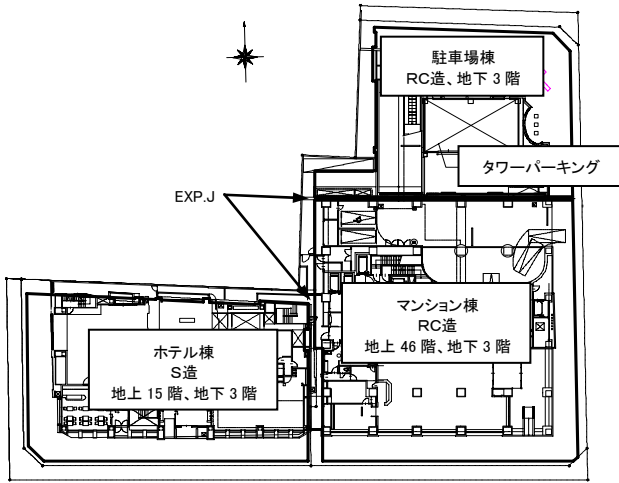


図1 配置図



写真1 施工中の建物全景

を採用している。この工法により超高強度コンクリート部材の耐火性能が向上している。図2に基準階伏図、図3に軸組図・主要断面一覧を示す。

本建物には制振部材として、低降伏点鋼ダンパー（以下LYと略す）と粘弾性ダンパー（以下VEDと略す）の2種類のダンパーを効果的に取り入れている。これらのダンパーは上下大梁間に間柱型として、3～35階の各方向にVEDを1体ずつ、3～27階の各方向にLYを1体ずつ設置している（図2および3）。2種類のダンパーを併用することにより、強風時の微小変形から大地震時の変形まで安定したエネルギー吸収を図ることを意図している。

高強度コンクリートによる柱、梁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生産されたPCa部材が有効となる。特にダンパーが取り付けられる部位は高い精度が要求され、優先的にPCa化を行う必要がある。写真2は今回用いられた粘弾性ダンパーで、PCa化された間柱に組み込まれて取り付けが行われた。

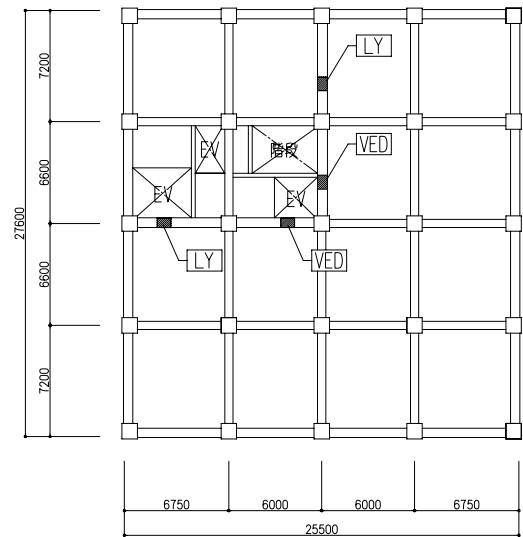


図2 基準階伏図



写真2 間柱型粘弾性ダンパー

## 2.2 構造概要<sup>1)</sup>

地上階の構造架構方式は純ラーメンで、両方向ともに6.0～7.2mの4×4スパンである。また、3階から上の基準階階高は3.05～3.40mとなっている。主体構造は鉄筋コンクリート造で、下層部柱に生じる高軸力に対処するため、設計基準強度 $F_c=100\text{N/mm}^2$ の超高強度コンクリート<sup>2)</sup>を1～2階の柱に使用している。このコンクリートには火災時の爆裂を抑制するため、ポリプロピレン樹脂粉末をコンクリートに少量混入するFPC（Fire Performance Concrete）工法





### 3.2.2 揚重設備計画

地上躯体工事における主な揚重設備の配置を図6に示す。揚重作業の中心となるタワークレーンは、500tm級2機を住棟の南と北に設置した。また、仕上げ材料や工事関係者の運搬を担う工事用高速エレベーターを住棟の北側に設置した。これらの大型揚重設備とは別に、本設のエレベーターシャフトを利用したテルハクレーンによる簡易揚重設備“やぐら君”を設置した。これにより、比較的軽量の梁・床の支保工材、梁接合部の型枠材などをタワークレーンに頼らず、効率良く揚重することが可能となる。

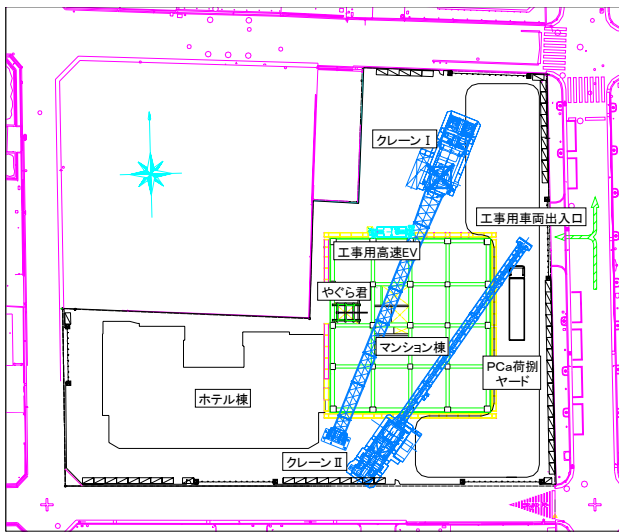


図6 揚重設備の配置



写真3 簡易揚重設備“やぐら君”



写真4 連層吊り足場のクライミング

### 3.2.3 外周部足場計画

外周部の作業を安全かつ効率良く行うために連層吊り足場を設置した。足場は5層をカバーでき、各階の作業が進む毎にクレーンによりクライミングする。クライミング作業の安全確保、省力化が計画上の焦点となった。足場の支持ポイントは、出来るだけ均一な躯体形状を持つ箇所が望ましいため、PCa梁の底面に取り付ける形式を採用した。

## 4. PCa工法による地上躯体の構築

### 4.1 PCa部材の数量と特徴

地上躯体工事計画で述べた通り、17階以降は柱、梁、床のほとんどの部位をPCa化している。部位別の数量や形状、特徴などを表3に示した。部材数は125ピース/階で、これを2台のタワークレーンで取り付ける。柱は上側に主筋が突き出した形状のフルPCa部材で、主筋の接合はグラウト式のスリーブジョイントとしている。梁はパネルゾーン部分もPCa化し一体としたハーフPCa部材で、直線形状が主体となっている。主筋の接合は柱と同様で、接合部分は現場打ちコンクリートとしている。床はボイド型枠付きのハーフPCa部材で、跳ね出し型のバルコニー等はない。なお、外周部の柱、梁（腰壁付き）、壁は仕上げ材のタイルが打ち込まれた部材となっている。

表3 PCa部材一覧

部位	ピース数 (/基準階)	形状	特徴
柱	25	梁下までの直方体	主筋は上部突き出し。外周部はタイル貼り
梁	40	直線+パネルゾーンが中心	パネルゾーンは串刺し型。外周部タイル貼り
床	50	ハーフPCa版	ボイド型枠付き。1スパンを3ピースに分割
壁	4	タイル貼りの平版	カーテンウォール形式
ダンパー	4	ダンパーを挟んだ間柱型	上下大梁の間に設置
(鉄骨階段)	2	折り返し型	裏に耐火用ALC版を地上にてセット
合計	125		

### 4.2 PCa工法による作業手順

基準階における概略揚重作業工程を図7に示す。2機のクレーンは、前述のPCa部材の取り付けだけでなく、工事用EVや吊り足場等の仮設機材のクライミングに加え、バケットによるコンクリート打設など、フル稼働の状態となっている。工区分割については、基準階の床面積が約650㎡と比較的小さく、現場で打設するコンクリート量も少ないことから、2機のクレーンを効果的に利用しつつ単一工区として作業を進めた。

	1日目		2日目		3日目		4日目			
クレーンI	制振ダンパー・壁PCa	外周梁PCa	鉄骨階段	床PCa	スラブ筋材上げ	柱PCa	工事用EV・クライミング	吊り足場・クライミング	コンクリート打設(バケット)	「やぐら君」盛り替え、他
クレーンII	外周梁PCa	内部梁PCa	仕上げ材・先行材上げ	床PCa	スラブ筋材上げ	柱PCa	(スラブ関係作業補助)	吊り足場・クライミング	コンクリート打設(バケット)	

■:PCa関係 □:仮設関係 ■:コンクリート

図7 概略揚重作業工程

4日サイクル工程における躯体工事の主な作業は以下の通りである。

**[1日目]** 間柱型制振ダンパー・妻壁・梁 PCa 取り付け、鉄骨階段取り付け、支保工材上げ・組み立て、梁ジョイント部型枠建込み



写真5 梁 PCa 取り付け



写真6 梁 PCa (パネルゾーン部) 取り付け



写真7 妻壁 PCa 取り付け



写真8 1日目作業終了時の状況

**[2日目]** 床 PCa・柱 PCa 取り付け、スラブ筋材上げ・配筋、仕上げ材先行材上げ



写真9 床 PCa 取り付け



写真10 柱 PCa 取り付け

**[3日目]** 柱 PCa 取り付け、スラブ配筋、スラブ止型枠、吊り足場クライミング



写真11 吊り足場クライミング



写真12 3日目作業終了時の状況



**[4日目]** コンクリート打設、吊り足場クライミング、“やぐら君” 盛り替え、梁 PCa ストック



写真 13 バケットによるコンクリート打設



写真 14 梁 PCa のストック状況

**4.3 PCa 化部位の変化と生産性の推移**

地上躯体工事計画で述べた通り、当工事では PCa 部材の発注時期等の問題から、2つの段階を経て最終の計画工法に至っている。これらの工法における生産性を表 4 に示す。サイクル日数は A の 6 日から C では 4 日となり、2/3 となった。また、1 階当たりの現場投入工数は A を 100 とした比率で C は 62 となり、大幅に減少した。PCa 化率 (PCa 部材量 / 全コンクリート量) の上昇以上に生産性が上がっていることがわかる。また、職種の構成変化を図 8 に示した。型枠工、鉄筋工の工数は、A から C で半数前後と大きく減少し、PCa 作業の中心である鳶工についても 3 割近く減っている。

これらの数値には作業への習熟による工数減少も含まれてはいるものの、付加価値の高い PCa 部材の適用範囲を拡大することにより、工期の短縮だけでなく現場での労働生産性がさらに上昇することが確認できた。

**5. まとめ**

都心部など容積率が高く、建物が密集した敷地条件下での超高層マンション建設では、PCa 工法が必要不可欠となっている。今回紹介した PCa 工法は、それを支える仮設設備の考案、配置により、その効果がより発揮されたと考える。また、躯体工事のシステム化により、それに続く仕上げ工程の着手もスムーズとなり、高品質な建物を提供することが可能となった。さらに、深刻さを増してきた躯体技能職不足の問題に対しても、現場労務の大幅な軽減が図れる当工法の効果を発揮することができた。

今後も PCa 工法を中心とした工業化工法の検討を進めることにより、顧客の求める品質を満たし、かつ高い生産性を可能とする超高層マンションの建設方法を追及したいと考える。

表 4 生産性の比較

パターン	PCa化部位	PCa化率	実施 サイクル日数	躯体職種 工数*
A	柱、外周梁、妻壁、床	52%	6	100
B	Aに加え、コア部梁	60%	5	83
C	Bに加え、内部梁	65%	4	62

\*Aを100とした比率

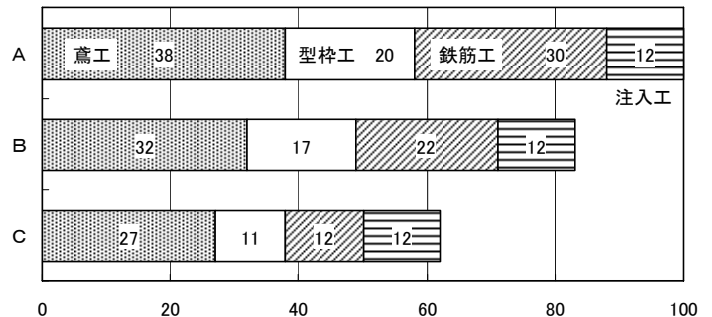


図 8 躯体各職の構成変化

参考文献

- 1) 黒木安男、他：超高強度コンクリートと制振ダンパーを用いた超高層住宅の設計と施工、鴻池組技術研究報告 Vol.15、pp.43-48、2005.6
- 2) 梶山毅、他：超高強度コンクリート (Fc120) の開発、鴻池組技術研究報告 Vol.15、pp.39-42、2005.6
- 3) 北中勉、他：既存地下躯体を仮設材として再利用した事例、基礎工 Vol.33 No.4、pp.69-72、2005.4