

多工区分割による短工期施工への取り組み

— (仮)橋本大山町西-2地区マンション計画新築工事施工報告 —

岡崎 英樹* 上田 真* 安永 昌仁* 杉浦 敏美* 山崎 守* 河口 俊郎*

本建物は長さ100m地上23階の板状棟と高さ100m地上32階のタワー棟からなる、総戸数705戸の大規模免震集合住宅である。板状棟では、サの字型の柱梁鉄筋先組みと梁型付き戸境壁システム型枠によるVH分離工法を採用し、8日サイクルで施工した。タワー棟では、柱をPCa工法から在来工法に変更し、柱鉄筋を逆差しする新工法で5日サイクルの施工を実現。躯体工事において、いずれも多工区分割による労務の平準化に取り組んだ。

本報告では、これらの施工の記録を報告する。

キーワード：超高層RC建物、VH分離打設工法、柱筋逆差し工法

1. はじめに

本建物はJR横浜線・JR相模線・京王相模原線の「橋本駅」近くに位置する開発地域内に建設された大規模集合住宅である。この開発地域内には大型複合商業施設、公益施設、公園なども整備されている。

構造・規模は、板状棟がRC造一部S造地上23階地下1階建て、長さ100mで368戸。タワー棟がRC造一部S造地上32階地下1階建て、高さ100mで337戸。自走式駐車場棟がS造地上5階建て、タワーパークがS造地上1階建て。合計延床面積は約78,470㎡。共用スペースとしてビューラウンジ、パーティールーム、ワークスペース、キッズルーム、ゲストルーム、託児室などを備えている。

住宅棟の2棟はどちらも免震構造であり、杭工事にはHRパイル工法を採用している。基礎地中梁には鋼製捨て型枠を使用し、鉄筋先組みを行った。免震ピット擁壁にはノンセパ工法としてプレースフレームを使用した。

板状棟では、桁行方向の柱梁鉄筋をサの字型の先組みユニットとし、戸境壁の型枠には大型のシステム型枠を採用して、VH分離打設工法を実施した。タワー棟では、当初の柱梁PCa構造から、柱を在来工法に変更して柱鉄筋を地組みし、梁PCa部材の架設後に柱鉄筋を逆差しする新工法を採用した。躯体工事時、板状棟では4工区に、タワー棟では3工区に1フロアをそれぞれ多工区分割して、労務の平準化を図った。

2. 工事概要

工事名：(仮称)橋本大山町西-2地区マンション計画新築工事
 建物名：ミッドオアシスタワーズ
 所在地：神奈川県相模原市緑区大山町403番57,72
 発注者：三菱地所(株)・藤和不動産(株)



Photo.1 全景

設計監理：(株)三菱地所設計 一級建築士事務所
 工期：契約：2008年6月30日～2010年12月30日 30ヶ月
 実施：1期工事(板状棟・自走式駐車場・タワーパーク)
 2008年6月～2010年7月末完成(25ヶ月)・9月17日引渡し
 実施：2期工事(タワー棟)
 2008年6月～2010年8月末完成(26ヶ月)・12月10日引渡し
 建物用途：分譲マンション・計705戸
 板状棟：368戸 タワー棟：337戸
 敷地面積：14,729.97㎡
 建築面積：6,035.22㎡ (付属棟を含む)
 板状棟：2,692.84㎡ タワー棟：1,676.92㎡
 延床面積：78,469.70㎡ (付属棟を含む)
 板状棟：33,953.31㎡ タワー棟：31,850.69㎡
 構造規模：板状棟：RC造・地上23階・地下1階・塔屋1階
 タワー棟：RC造・地上32階・地下1階・塔屋1階
 自走式駐車場棟：S造・地上5階(274台)
 タワーパーク：S造・地上1階(472台)
 軒高：板状棟：69.50m タワー棟：99.30m
 最高高さ：板状棟：70.20m タワー棟：99.95m
 タワーパーク：52.32m

* 首都圏支店 建築部第2工事部相模原工事務所
 橋本大山町西-2地区マンション計画作業所

3. 構造計画

3.1 板状棟

板状棟の構造上の特徴は以下の通り。

- ・主要構造：鉄筋コンクリート造（基礎免震構造）
- ・架構形式：桁行方向 純ラーメン構造
妻方向 耐震壁付ラーメン構造
- ・使用材料：コンクリート：Fc30～Fc60 N/mm²
鉄筋：主筋：SD390 (MD29～MD38)
SD490 (HD38～HD41)
- ・「柱」「梁」「壁床」のコンクリート強度がそれぞれ異なるため、コンクリート打設の打ち分けが発生する。
- ・アウトフレームのためバルコニー側の桁行方向梁が「逆梁」である。
- ・バルコニー側が雁行しているため、柱のサイズが 1.0 m × 2.0 m となっているものもある。

(以上, Fig.1・Fig.2 参照)

	柱	梁	壁・床
▼ RSL			
▼ 23SL	Fc30	Fc30	Fc30
▼ 22SL			
▼ 21SL	Fc36	Fc36	
▼ 20SL			
▼ 19SL		Fc36	
▼ 18SL			
▼ 17SL	Fc42	Fc42	
▼ 16SL			
▼ 15SL		Fc42	
▼ 14SL	Fc48		
▼ 13SL			
▼ 12SL			
▼ 11SL			
▼ 10SL		Fc48	
▼ 9SL			
▼ 8SL	Fc54	Fc48	
▼ 7SL			
▼ 6SL		Fc48	
▼ 5SL			
▼ 4SL	Fc54	Fc48	
▼ 3SL			
▼ 2SL	Fc60	Fc48	
▼ 1SL			

Fig.1 コンクリート強度区分 (板状棟)

	柱	梁・床	
▼ RSL			
▼ 32SL	Fc30	Fc30	
▼ 31SL			
▼ 30SL		Fc36	
▼ 29SL	Fc36		
▼ 28SL	Fc42	Fc42	
▼ 27SL			
▼ 26SL		Fc42	
▼ 25SL			
▼ 24SL	Fc48	Fc48	
▼ 23SL			
▼ 16SL			
▼ 15SL			
▼ 14SL	Fc54	Fc48	
▼ 13SL			
▼ 4SL		Fc48	
▼ 3SL			
▼ 2SL	Fc60	Fc48	
▼ 1SL			

Fig.3 コンクリート強度区分 (タワー棟)

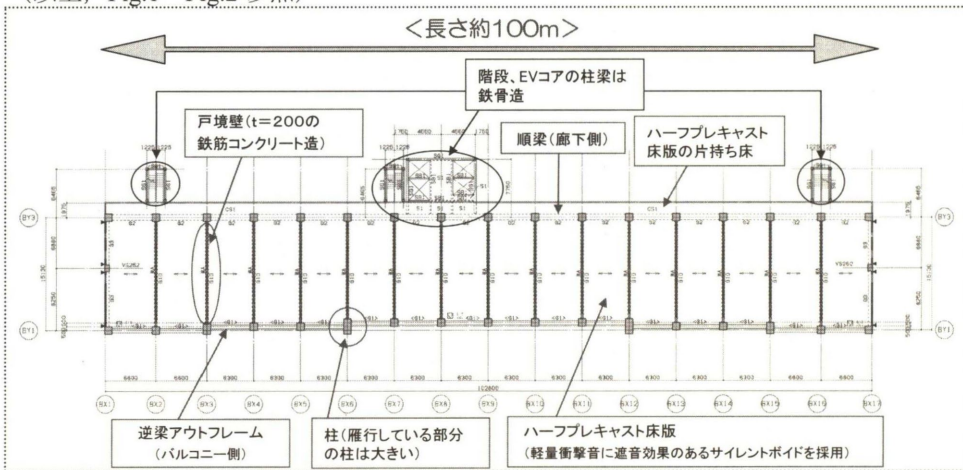


Fig.2 構造概要 (板状棟)

3.2 タワー棟

タワー棟の構造上の特徴は以下の通り。

- ・主要構造：鉄筋コンクリート造 (基礎免震構造)
- ・架構形式：純ラーメン構造
- ・使用材料：コンクリート：Fc30～Fc60 N/mm²
鉄筋：主筋：SD390 (MD29～MD35)
SD490 (HD38～HD41)
- ・「柱」と「梁床」とで、コンクリート強度が異なるため、コンクリート打設の打ち分けが発生する。
- (以上, Fig.3・Fig.4 参照)
- ・柱梁接合部内の梁筋が、X・Y方向、上筋・下筋ともに「2段筋」となっているため、梁筋を柱梁接合部内で接合する場合、煩雑となる。

3.3 免震構造

板状棟・タワー棟ともに基礎免震構造を採用している。板状棟は23階、タワー棟は32階と高層で、地震時に引張力が発生するため、Fig.5のように、

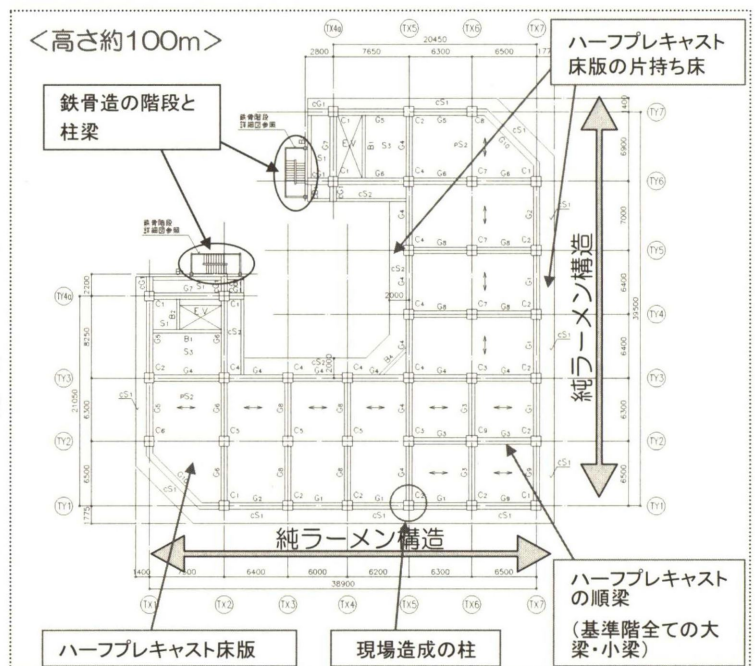


Fig.4 構造概要 (タワー棟)

板状棟で12箇所、タワー棟で3箇所、浮き上がりに追従できる様に皿バネを組み込んだ「IBTワッシャー

(Fig.6 参照)」付きの天然ゴム系積層ゴム支承(免震装置)を配置している。

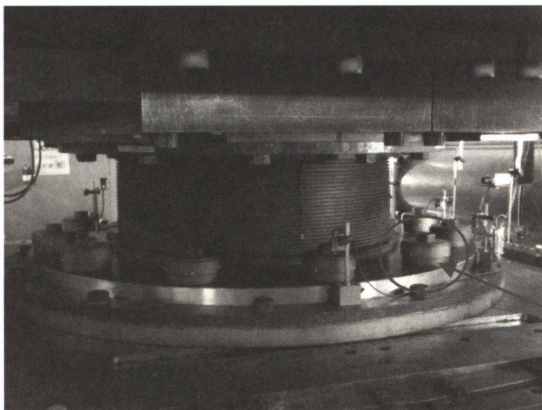
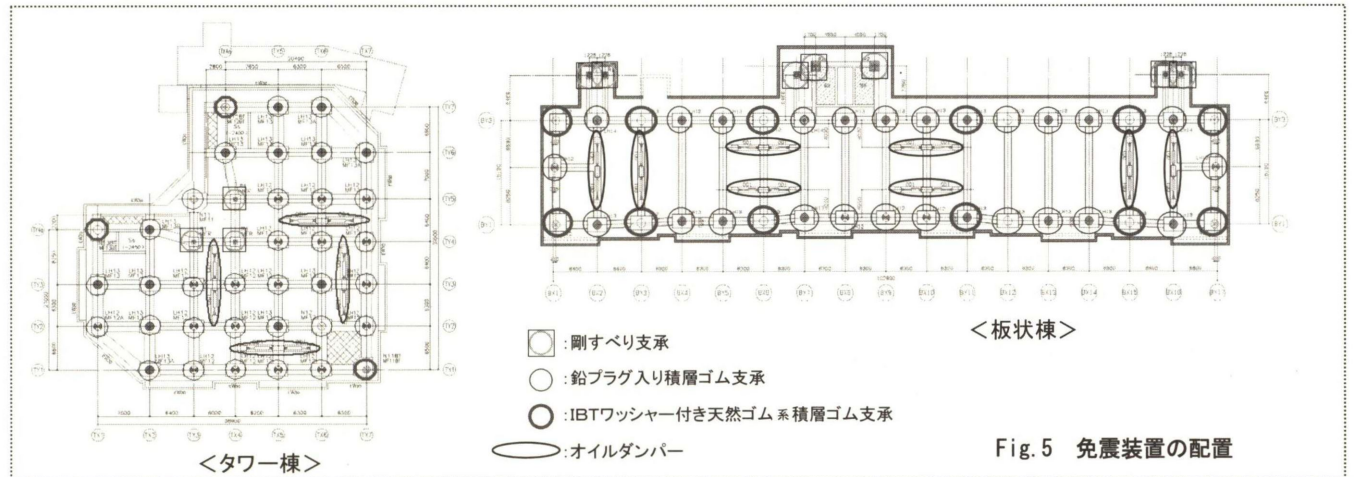
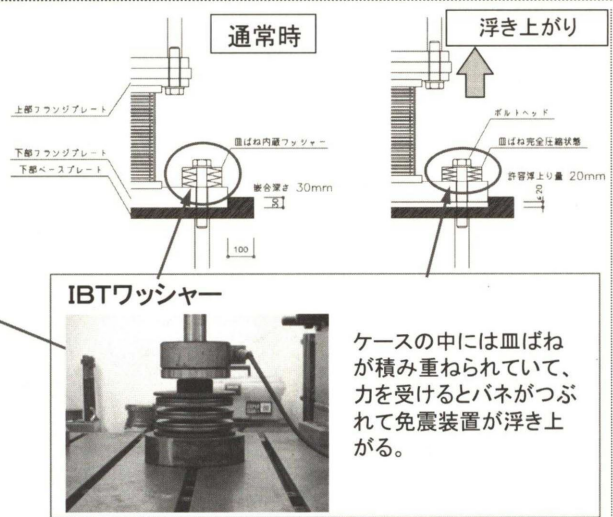


Fig. 6 IBTワッシャー作動説明図



4. 総合施工計画

4.1 工程計画

近隣工業団地の要望もあり、杭・土工事～基礎工事の間の資材搬出入車両を極力抑制するため、引渡し早い板状棟を先行し、タワー棟を2～3ヶ月後から進める基本工程計画とした。特に地下が深い共用棟は板状棟と並行して基礎・地下工事を進めて1階スラブの構築まで実施。その後、板状棟の上棟までの間、1階スラブ上を板状棟地上鉄筋の地組みヤードとした。板状棟躯体上棟後、共用棟の地上躯体と自走式駐車場を施工した。タワーパークも基礎だけは先行施工し、タワー棟上棟後に地上鉄骨工事を行った。

建築確認申請は板状棟、自走式駐車場棟、タワー棟、タワーパークの4棟に分かれており完了検査は個別に受験可能であるが、開発行為は工区が分かれておらず1申請のため、開発行為完成検査を1期・2期全体を一度で受験する必要がある、工程上のクリティカルとなった。

4.2 揚重機計画

板状棟、タワー棟に各々タワークレーン2基、工事用エ

レベーター2基を配置した。

板状棟

- ・タワークレーン：OTA-180N・180tm(35m×4.5t)×2基
- ※クローラクレーン(タワーモード)の採用も検討したが、クレーン足元に吊り上げのできないデッドエリアがあるため、鉄筋地組みヤード計画に支障(ヤードが狭くなる)が生じる等の理由により、タワークレーンを採用することとした。
- ・工事用ELV：HCE-1300AL×2基

タワー棟

- ・タワークレーン：JCL-240H・240tm(32m×7.0t)×2基
 - ・工事用ELV：HCE-200BL・1基 HCE-1300AL・1基
- 板状棟はコンクリートホッパーの重量(最大6t)、タワー棟はPC梁(最大8t)を目安にタワークレーンの能力を決めたが、板状棟は作業半径によってはホッパーにコンクリートを満載できず能力的に不足した。エレベーターは板状棟・タワー棟とも揚重センターを設置し、資材揚重を集中管理したため問題なかった。

住宅棟は板状棟・タワー棟とも基礎免震構造となっているため、地震時の挙動を考慮してタワークレーンのステイを高めに設定し、工事用エレベーターはベース部を滑り支承とした。

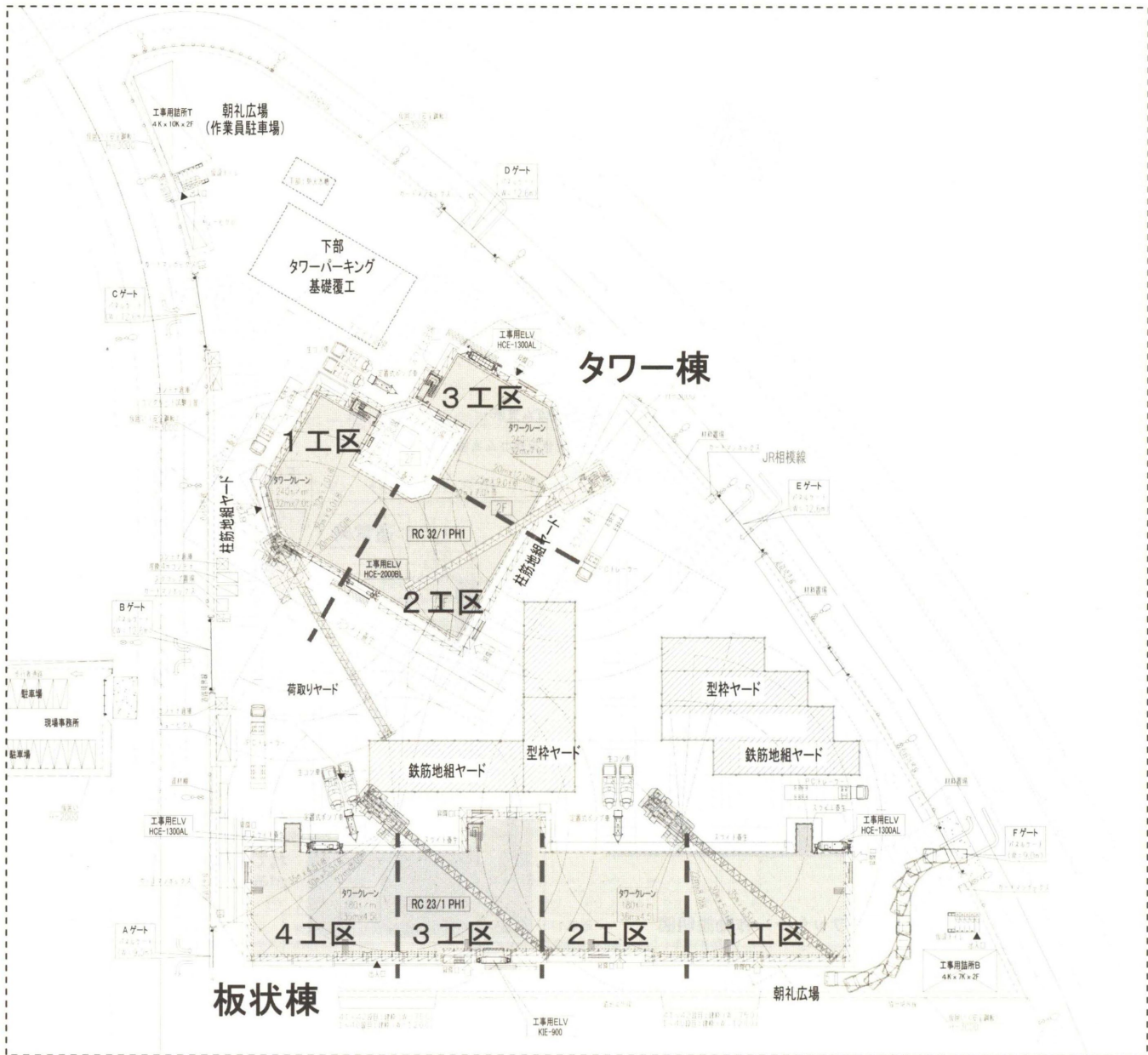


Fig. 7 総合施工計画図（躯体施工時）

Table 1 全体工程表

	2008年(平成20年)				2009年(平成21年)				2010年(平成22年)				備考								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
<Ⅰ期工事>																					
板状棟 (177デッド棟)																					
準備工事	■																				
杭・土工事	■																				
基礎・地下工事	■																				
地上躯体工事(23F)	■																				
仕上工事	■																				
外構工事	■																				
共用棟	■																				
自走式駐車場棟	■																				
タワーパーク	■																				
<Ⅱ期工事>																					
タワー棟																					
杭・土工事	■																				
基礎・地下工事	■																				
地上躯体工事(32F)	■																				
仕上工事	■																				
外構工事	■																				
ステップ図	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩											

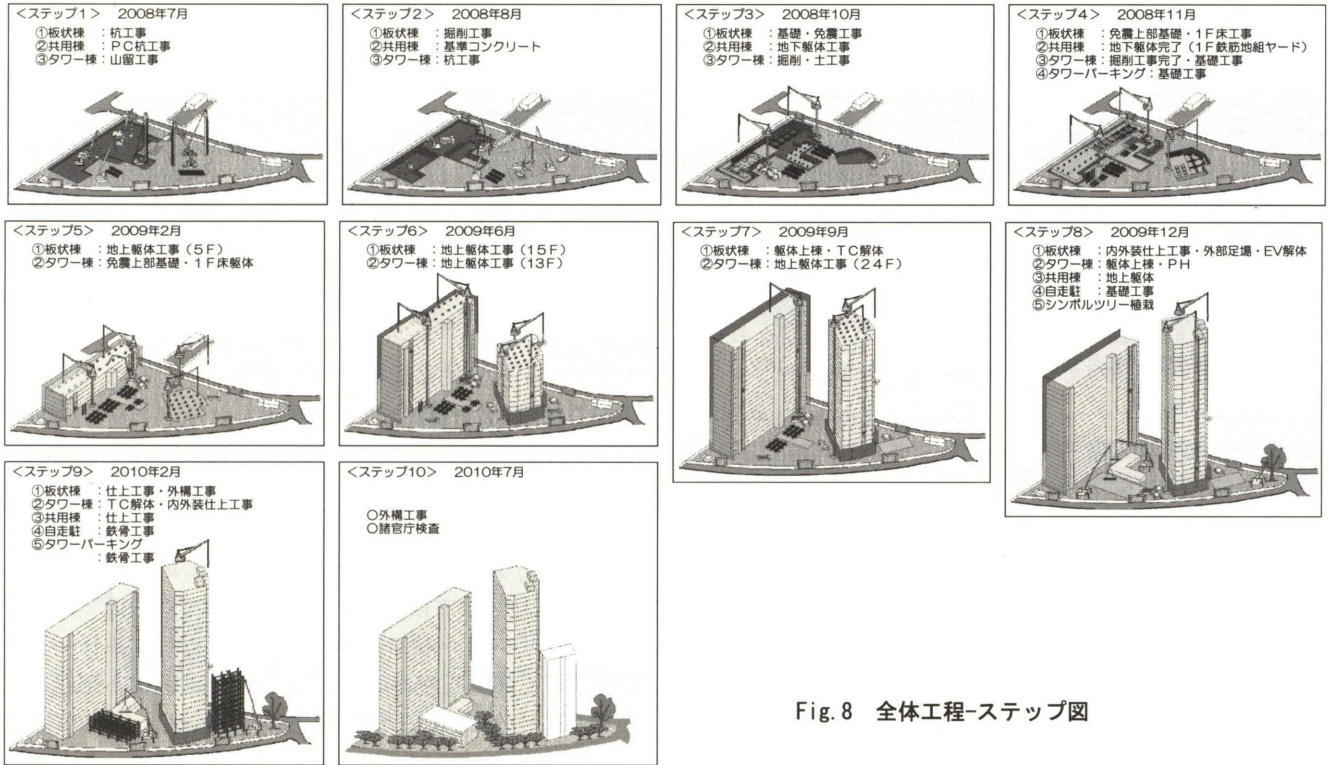


Fig. 8 全体工程-ステップ図

4.3 足場, ヤード計画

板状棟の廊下面, タワー棟のバルコニー・廊下面のキャンティスラブはハーフPCを採用し, PC工場では先端を塗装仕上げして無足場工法とし, 本設アルミ手すりの芯材を利用し単管パイプで垂直養生を行った。

板状棟は妻面, 南面には在来型枠~タイル貼工事があるため, 枠組足場を設置した。また, タワー棟は両妻のバルコニーのない外壁面に 3.5 層(一部 4.5 層)分のスライド足場, 道路面・線路面には 2.5 層分のスライド式垂直養生を設置し, 躯体工事に並行してタワークレーンでせり上げた。

板状棟は柱・梁の鉄筋を一体で地組するため, 共用棟と自走式駐車場のスペースを使用して全スパン分の地組ヤードを設置した。タワー棟も各タワークレーンの足元に柱筋の地組ヤードを設けた。(Photo.2 参照)

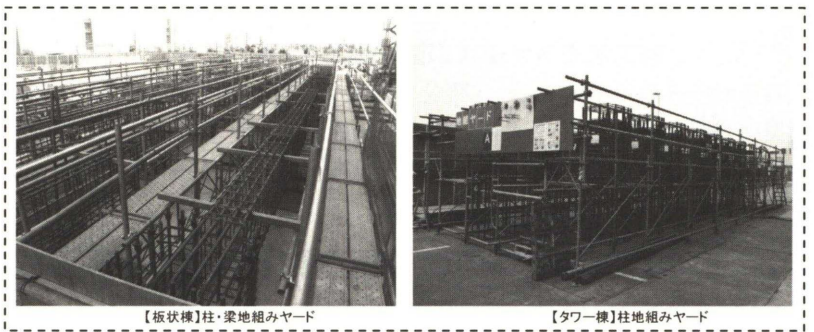


Photo. 2 地組みヤード状況

5. 杭・土工事, 基礎躯体工事

5.1 杭・土工事

杭工事では「杭頭半剛接(HRパイル)工法」を設計に盛り込んで, 杭及び基礎の断面を小さくし合理化を図るとともに, 地盤が良い部分は無水堀りに変更しデジタルカメラで杭底確認を行なうことで品質向上を図った。²⁾

また土工事に鋼製捨て型枠工法を採用し, 埋戻し工程を省略し工期を短縮するとともに, 自立性の良いローム



Photo. 3 鋼製捨て型枠+HRパイル 施工状況

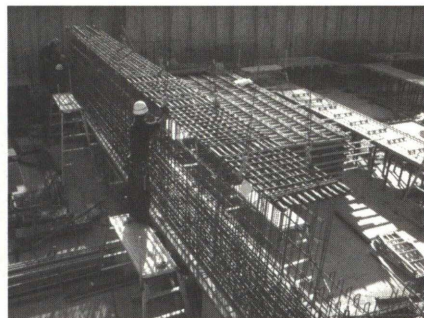


Photo. 4 基礎鉄筋先組み状況

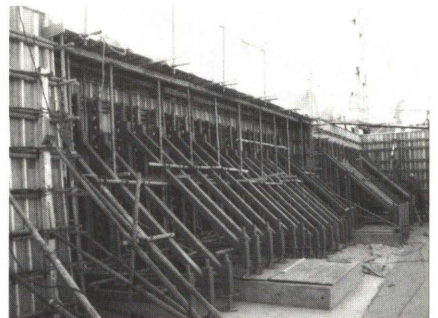


Photo. 5 免震ピット擁壁・ブレースフレーム

地山の部分はポリフィルムで養生しグラウンドフォーム型枠も併用した。HRパイル工法の杭頭高強度コンクリート部分にも上記鋼製捨て型枠を転用し、合理化を図った。

3) (Photo.3 参照)

5.2 基礎躯体工事

基礎地中梁は下部基礎W1.5m×H2.0m, 上部基礎梁(1G)はW(1.1m)×H(2.0m+上部フカシ0.9m)と断面が大きく、主筋も太径鉄筋(D35~38)で本数が多いため、梁、柱鉄筋は全て地上で地組みして、タワークレーンでセットした。(Photo.4 参照)

鉄筋継手は機械式継手(東京鉄鋼エポックジョイント)とし、下部基礎は鋼製捨て型枠工法のためフーチン内端部継手、上部基礎の長辺方向はスパン中央継手としたが、結果的に基礎工事工程を大幅に短縮するとともに鉄筋足場などの仮設を省略できた。

免震ピット擁壁にはホリー製のブレースフレーム工法を採用し、セパレーターを省略するとともに、1F床型枠も地上躯体と同様にハーフPCに変更して、ピット内の型枠支保工を省力化した。(Photo.5 参照)

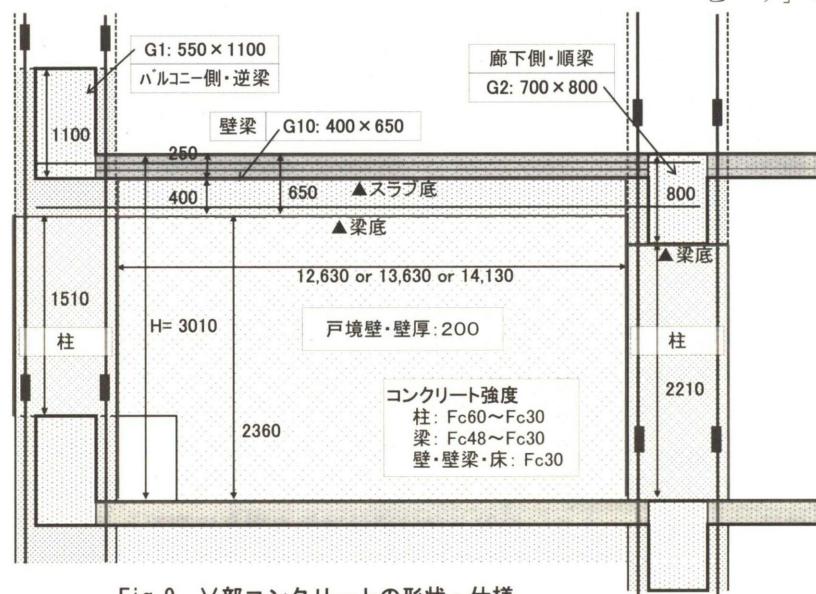


Fig. 9 V部コンクリートの形状・仕様

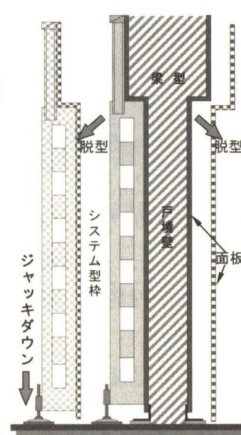


Fig. 10 システム型枠のジャッキダウン

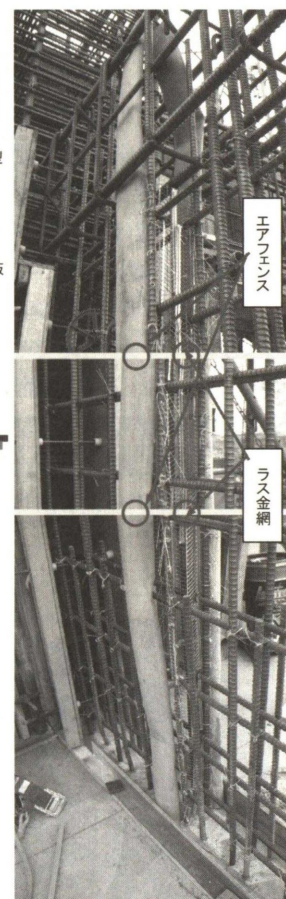


Photo. 8 コンクリート強度打ち分け

6. 地上躯体工事

6.1 板状棟

6.1.1 VH分離打設工法

RC造建物の施工効率を高める工法として、躯体コンクリートを垂直部材(V部)と水平部材(H部)に分けて施工する「VH分離打設工法」がある。この工法は、V部型枠の標準化・大型化(システム型枠の適用)が可能な板状マンション(戸境壁が並列に多数存在するマンション)に適した工法で、水平工区分割、鉄筋の先組化、プレキャスト化を複合的に組み合わせることによって、労務・資材の効率化(平準化)、工期短縮、コストダウンを図ることが可能である。¹⁾

本建物(板状棟)は、長さ100m・16スパンであり、4工区分割(4スパン×4)で2日ずらし工程にて、サイクル工程8日という短工期施工が可能であること、4工区×23階(回)=転用92回で、システム型枠の採算ラインと一般に言われている転回数30~40回を大きく超えていることから、大型システム型枠を使用するVH分離打設工法を採用した。

6.1.2 柱梁鉄筋先組み工法

鉄筋の先組みについて以下の観点により、柱と梁を含む「サ」の字型(一部「T」型)の柱梁鉄筋先組み工法



Photo. 6 サの字型柱梁鉄筋先組みユニット

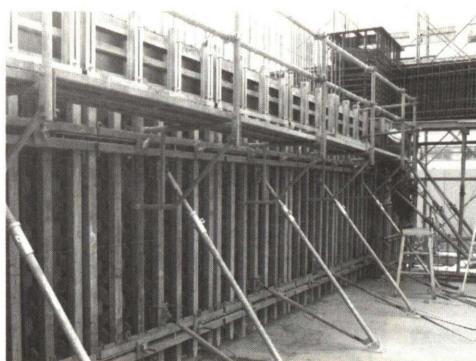


Photo. 7 大型システム型枠全景

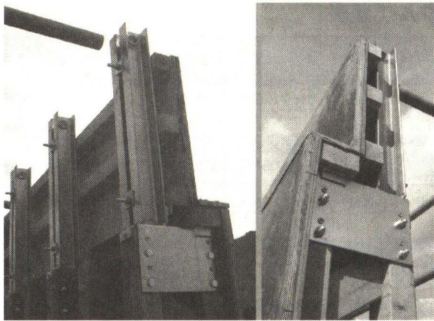


Photo. 9 システム型枠の梁型

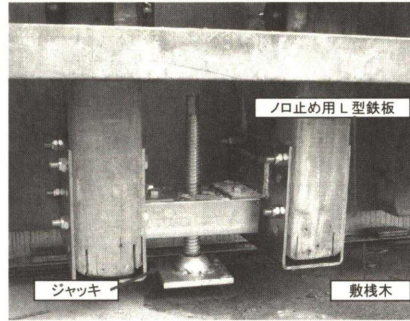


Photo. 10 システム型枠のジャッキダウン装置



Photo. 11 ノロ止め用 L 型鉄板

Table 2 Vコン打設方法とシステム型枠の選定検討表

Vコン打設		Vコン打設の容易性	後工程の有無	システム型枠		システム型枠のジャッキダウン	その他	採否
レベル	柱と戸境壁			梁型付き?	システム型枠			
梁下まで		◎ Vコンの打設は容易	× 梁型枠・梁鉄筋の後工程が発生する	◎ 梁型無し	不要			×
スラブ下まで		× 壁と梁の同時打込みとなりVコンの打設の困難性が増す	◎ 後工程なし	△ 梁型付き	必要	ジャッキダウンが必要なため、ノロ止め用アングル(L型鉄板)が必要 (Photo.9-10, Fig.10 参照)		○
	戸境壁のみ	◎ Vコンの打設は容易	△ 柱のコンクリート打設が後施工となる					×
	柱と戸境壁同時打設	○ Vコンの打設は容易 ただし柱と壁の強度打分けあり	◎ 後工程なし			△ コンクリート強度が異なるため、ラス・エアフェンス等の打分け処理(前工程)が必要		○

を採用した。(Photo.6 参照)

- ・ 1ユニットを大型化して部材数(揚重回数)を減らす。
- ・ 梁鉄筋のジョイント位置を梁スパン中央として機械式継手の数量を低減し、かつ、柱梁接合部内での継手施工の煩雑さを回避する。

なお、戸境壁の鉄筋は、地組みスペースの確保が難しいこと・クレーンの空き時間の余裕が無いことなどから、地組みせずに現地組立てとした。

また、柱と梁の鉄筋の機械式継手は、所要耐火時間に応じて、下層階では“エースジョイント”，上層階では“エポックジョイント”というような使い分けを行った。ただし、下層階の柱の芯筋や、かぶり厚さを厚く変更した基礎地中梁では“エポックジョイント”を使用した(板状棟・タワー棟共通)。

6.1.3 大型システム型枠

VH分離打設工法における大型システム型枠の採用にあたり、板状棟の特性(Fig.9 参照)：

- ① 戸境壁に取り付く梁が「壁内梁」でなく、梁型が出るため、梁型枠が必要
- ② 柱と壁のコンクリート強度が異なるため、コンクリートの打ち継ぎが発生する
- ③ 戸境壁の長さが複数あるため、柱際のスパン調整型枠も複数必要となること

を考慮して、Table 2 のような検討を行った。

この結果、最終的には、サイクル工程 8 日の達成や施工の容易性の観点より、「梁型付きのシステム型枠とする」・「柱と戸境壁の V コンを同時打設とする」こととした。

なお、戸境壁部分の梁型付きシステム型枠はホリー製のものを使用した(Photo.7 参照)。柱際のスパン調整用型枠と柱型枠は在来型枠とした。柱と戸境壁の鉄筋組立て

後、Photo.8 のように、壁コア部分をラス金網で、かぶり部分をエアフェンスにて強度打ち分けを行った。

6.1.4 多工区分割によるサイクル工程

1フロアを4工区に分割し、各工区の作業をそれぞれ2日ずらして、各サイクル工程が8日となるように作業を配分した。模式化したサイクル工程表をTable3に示す。2日単位で同じ作業を工区毎に繰り返していくことになる。2日毎にVコン打設とシステム型枠の脱型移動を繰り返していく様子を図中に矢印にて示した。

6.1.5 まとめ(施工結果)

戸境壁に梁型が出ているので梁型付きのシステム型枠となったこと、柱と壁でコンクリート強度が異なることなどのため、煩雑な工程管理となったが、6階程度までには作業手順に習熟し、Vコンの採暖養生が不要となった4月以降は8日サイクルで順調に施工できた。以下に施工結果の要点を列記する。

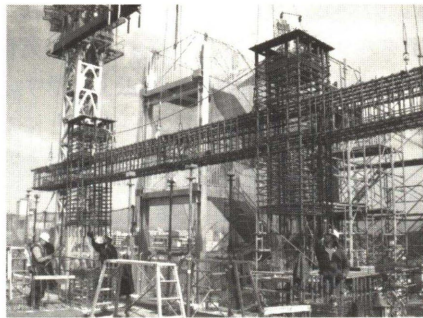
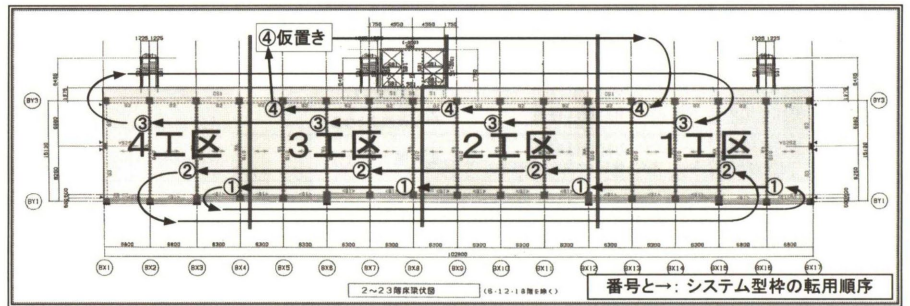
- ① 柱と壁のコンクリート強度が異なることによる、システム型枠建込み前の、柱際への壁へのラス入れ・エアフェンス仕込みの作業には、熟練するまではかなりの時間を要した。
- ② 梁筋が存在する状態での柱へのVコン打設では、梁筋がコンクリートで汚れないようにするため、打設スピードを上げることが難しかった。
- ③ 上記のVコン打設の障害に加えて、タワークレーン機種選定上、Vコン打設用のバケットへのコンクリートのフル積載が出来ず、かつ低速での吊り上げとなり、揚重のみにもかなりの時間が掛かる等のため、柱と壁のVコン打設にほぼ丸1日を要した。打設速度は約7 m³/h。
(※ 今福西¹⁾の実績では、柱を含む1壁当たりのVコン打設所要時間は1時間～1時間15分。打設速度約

10m³/h.)

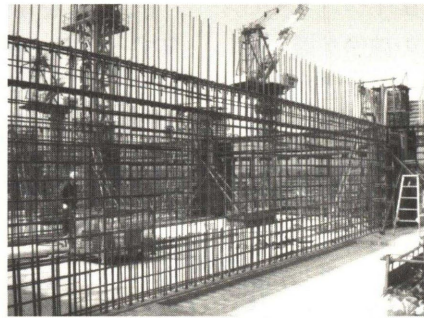
- ④ 冬季の間、戸境壁のコンクリート強度が低いこともあり、採暖養生を実施したにもかかわらず、脱型強度の発現が遅く、打設翌日の昼からの脱型となり、この間、サイクル工程8日の実施が出来なかった。
- ⑤ ノロ止め用L型鉄板の傾き → 梁型付きの型枠であるため脱型時にジャッキダウンが必要となる。これに伴い、型枠下部には敷木だけでなく、ノロ止め用L型鉄板（アングル）が必要である。施工開始当初、このノロ止め用L型鉄板の傾きが発生した。強固に留めることで解決したが、施工工数増加の結果となった。
- ⑥ V部（柱）コンクリート打設後の天端のレイタンス処理は、打継面処理剤（ジョイントエース）

Table 3 板状棟サイクル工程表

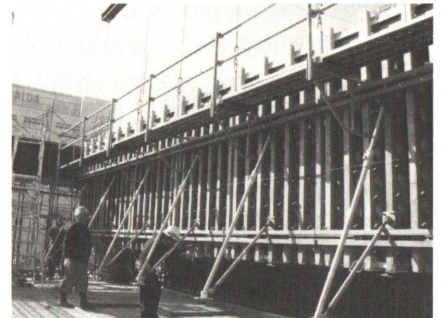
	全体1日目	全体2日目	全体3日目	全体4日目	全体5日目	全体6日目	全体7日目	全体8日目
1工区	サイクル1日	サイクル2日	サイクル3日	サイクル4日	サイクル5日	サイクル6日	サイクル7日	サイクル8日
	N階							
2工区	サイクル7日	サイクル8日	サイクル1日	サイクル2日	サイクル3日	サイクル4日	サイクル5日	サイクル6日
	N-1階							
3工区	サイクル5日	サイクル6日	サイクル7日	サイクル8日	サイクル1日	サイクル2日	サイクル3日	サイクル4日
	N-1階							
4工区	サイクル3日	サイクル4日	サイクル5日	サイクル6日	サイクル7日	サイクル8日	サイクル1日	サイクル2日
	N-1階							



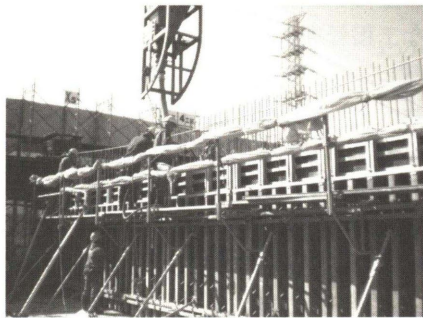
【第1日】柱梁地組み鉄筋セット



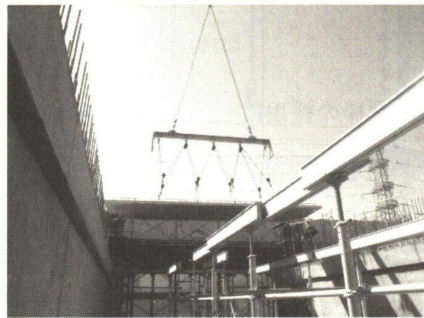
【第2日】柱型枠・戸境壁鉄筋



【第3日】戸境壁システム型枠セット



【第4日】柱・壁-Vコンクリート打設



【第5日】システム型枠脱型移動・床PCa板セット



【第6-7日】スラブ配筋



【第8日】梁・スラブ-Hコンクリート打設



【躯体サイクル施工状況】

Photo. 12 サイクル工程

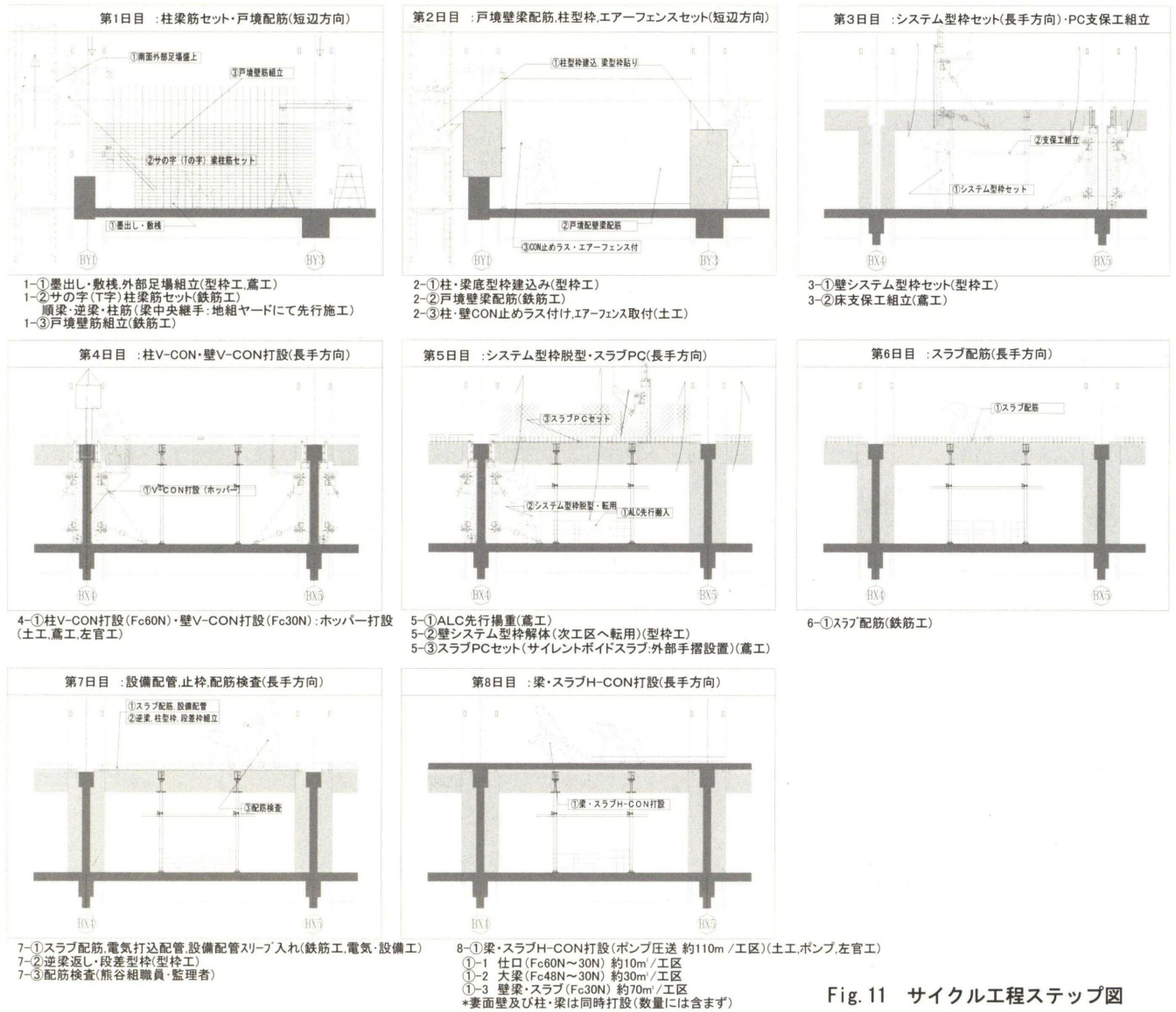


Fig. 11 サイクル工程ステップ図

を使用して、レイタンス処理の品質向上と処理に掛かる手間の低減を図った。

- ⑦ 柱在来型枠と壁システム型枠の取合いジョイント部での躯体精度を向上する為に、システム型枠のセパレーターピッチや在来型枠との取合い形状を数回改良した。

大型システム型枠の活用によるVH分離打設工法の採用に当たっては、前述したように、Vコンの天端レベルをどこに設定するか、Vコン打設を戸境壁のみとするか柱と戸境壁を同時打設とするか、柱・梁・壁の部材構成(PC部材か在来工法か、鉄筋は地組みか手組みか)、クレーンの能力とバケットの大きさなど、種々の検討項目がある。

今回の施工結果と今福西での実績などを踏まえると、
 ①: 戸境壁の梁が壁内梁か(○) / 梁型がでるか(×)
 ②: 柱と壁のコンクリート強度が同一か(○) / 異なるか(×)の2つの項目のうち、どちらも「○」であれば、大型システム型枠の活用によるVH分離打設工法は充分

に採用の検討に値する。「○」が1つの場合は、その他の条件も含めた総合的な判断が必要となる。どちらも「×」の場合(本物件が該当)は、大きくメリットが減じられるので慎重な検討が必要である。本建物では上記の通り採用に不利な条件に該当し、かつ、システム型枠は梁型付きのためイニシャルコストは掛かったが、23階建で転用回数が100回程度に達し、システム型枠採用の一般的な採算ラインの30~40回を大きく上回り、十分に採用のメリットがあった。

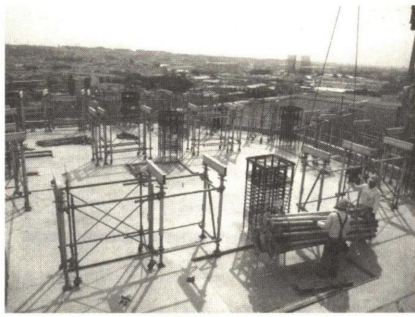
6.2 タワー棟

6.2.1 タワー棟地上躯体工事サイクル

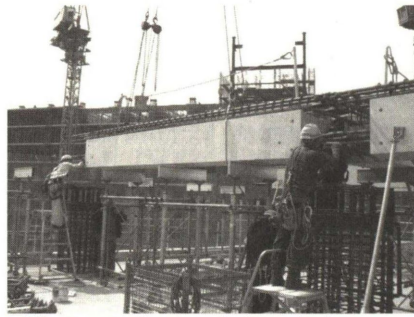
タワー棟地上躯体工事の6日サイクルの事例をPhoto.13・Table4に示す。今回は1フロアを3工区分割2日ずらして施工したため、3工区がサイクル1日目の時は、2工区は3日目、1工区は5日目の作業を行った。

サイクル1日目

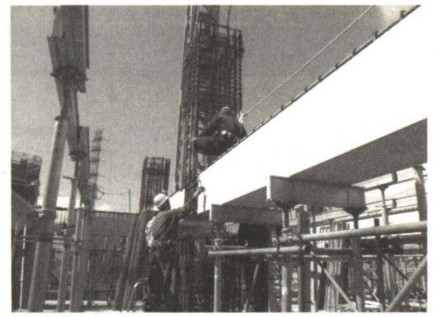
- ・床コンクリート打設後、初日に梁の支保工を揚重・



〔第1日・AM〕 梁支保工セット



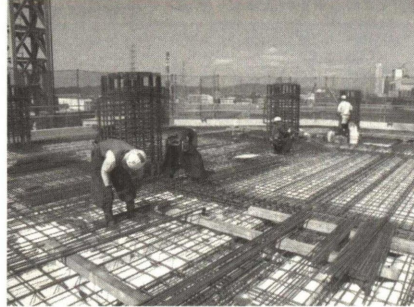
〔第1日・PM／第2日・AM〕 梁PCaセット



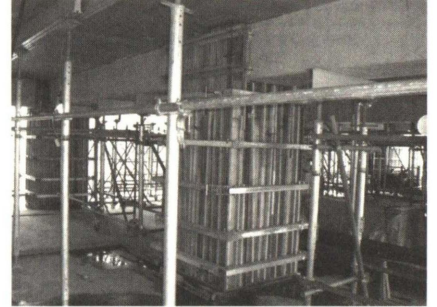
〔第2日・PM〕 柱筋逆差し



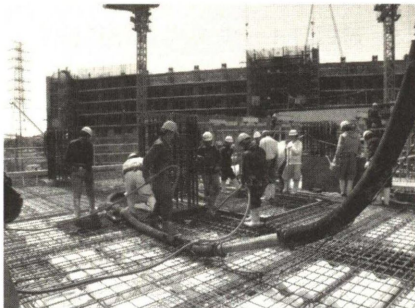
〔第3日〕 床PCaセット



〔第4・5日〕 スラブ配筋



〔第4・5日〕 柱・仕口型枠建込み



〔第6日〕 柱・床コンクリート打設



〔躯体サイクル施工状況〕

Photo. 13 タワー棟・サイクル工程

セットと垂直養生の盛り上げを行い、午後から梁PCaをセットした。

- ・工程上梁支保工セットがクリティカルとなるため、キャスター移動式のユニット支保工とし、スピーディに設置・調整ができるようにした。
- ・1日目PMから2日目AMにかけて梁PCaのセットを行ったが、梁PCaはユニット支保工上で位置決めを行うため、XY方向にPCサポートを設置し梁位置を調整した。今回は柱筋逆差し工法を採用したため梁PCaセットの作業効率は良かった(約18分/P)。

サイクル2日目

- ・2日目PM、梁PCaセット後に、地組した柱筋ユニットを逆差ししてセットした。
- ・予め仕口内の閉鎖型フープをセットしておき、上から柱筋を差し込み仕口下柱頭部で機械式継手で接合する。
- ・下層階では主筋本数も多くセットに時間がかかったが、中間階では12～10分/P程度に、上層階では吊吊具を考案して(Photo.18参照)2本づつまとめて揚重して更に時間を短縮(8分/P)した。⁴⁾

サイクル3日目

- ・柱筋セット完了後、資材の先行揚重を行ってから、内床板サイレントボイドスラブと、外床板バルコニー・

廊下のハーフPCをセットした。(内床板8分/P、外床板12分/P)

- ・先行揚重は1・3工区は外壁ALCとベネフィット材(ALC基礎後施工工法)、2工区では戸境の耐火遮音間仕切りのLGS、長尺ボード材に限定し、その他の仕上材は支保工揚重完了後に吹抜け面の三角ステーヂ(Photo.17参照)から取り込んだ。
- ・外床板は地上で本設手摺の芯材を利用し単管パイプで仮設手摺を設置し、上階に設置後に垂直養生ネットを張った。

サイクル4・5日目

- ・スラブ上ではスラブ配筋～段差型枠、スラブ下では柱・仕口型枠の建て込みを行った。
- ・柱断面が上階で絞

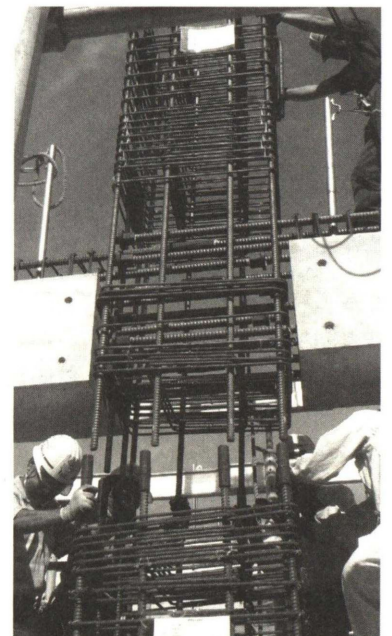


Photo. 14
【柱筋逆差し工法】

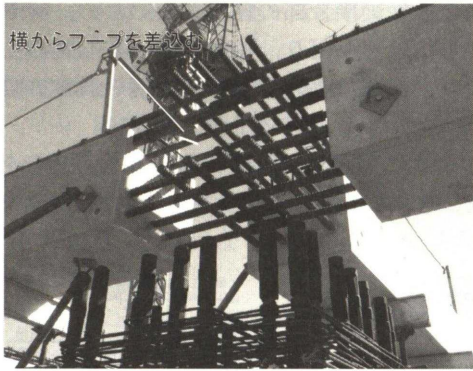


Photo. 15 【柱筋逆差し工法】
横からの差込み(2段階差込み)

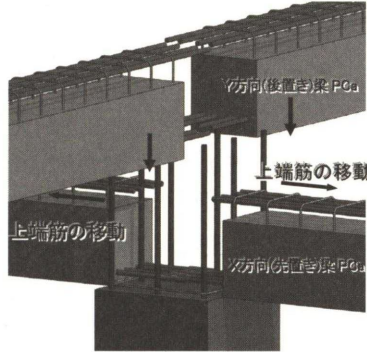


Fig. 12 【KHR-PC工法】
先置き梁の上筋の移動

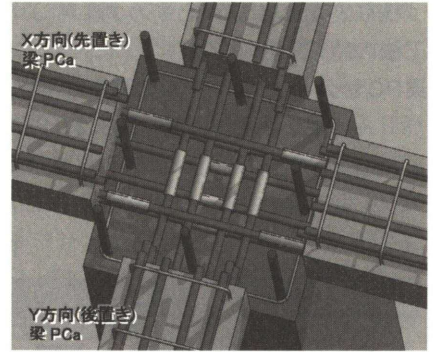
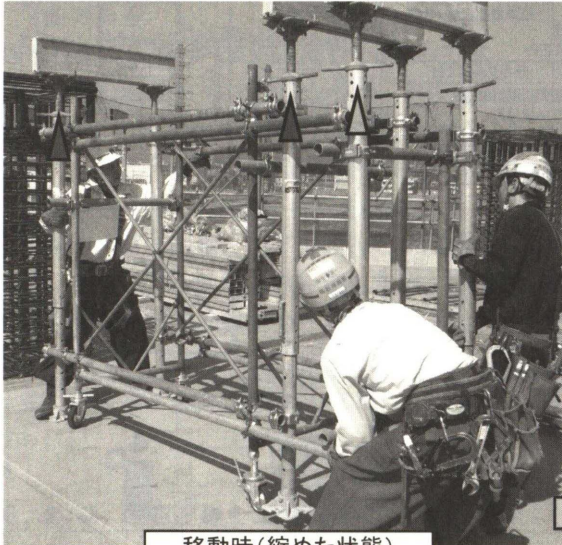
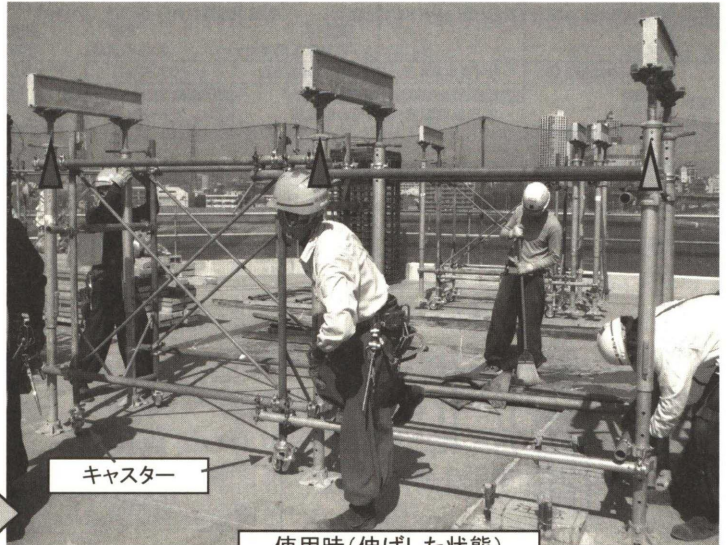


Fig. 13 【KHR-PC工法】
梁下端2段階筋の施工方法



移動時(縮めた状態)



使用時(伸ばした状態)

Photo. 16 キャスター移動式ユニット梁支保工

られるため、型枠は鋼製型枠等はいわずにパネコートとしたが、セパレーターは使わずコラムクランプで締付けた。また柱筋には地組段階で配筋確認シートを取り付け、配筋検査～写真完了後にシートを回収してから、柱型枠を建て込むルールとした。⁵⁾

サイクル6日目

- ・最終日に柱及びスラブのコンクリートを打設する。打設数量は1フロア当り約320m³(各工区100~120m³)程度だが、ほぼ1日おきの打設となるため5階以上は定置式ポンプ(BSA2110HP)を設置し廊下部分に配管した。強度打ち分けはコン止め櫓を用いて、強度の高い柱コンクリートを先行打設し、その後に梁・スラブコンクリートを打設した。
- ・サイクル6日目はタワークレーンの稼働率が低いため、鉄骨階段建方や工事用エレベーター、三角ステージのせり上げはこの日に行った。

6.2.2 柱筋逆差し工法の特徴

本建物は構造設計上、大梁の主筋に2段階が多い。一般的な「KHR-PC工法」を採用した場合、梁下筋2段階筋はジョイントが2箇所となり柱梁接合部内での主筋の接合が複雑で手間がかかる(Fig.13 参照)ため、

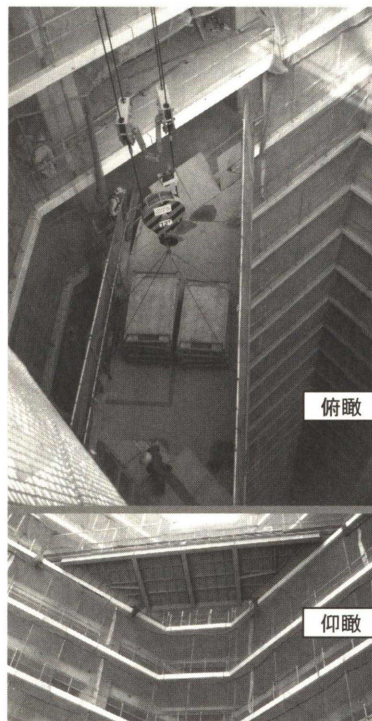


Photo. 17 三角ステージ

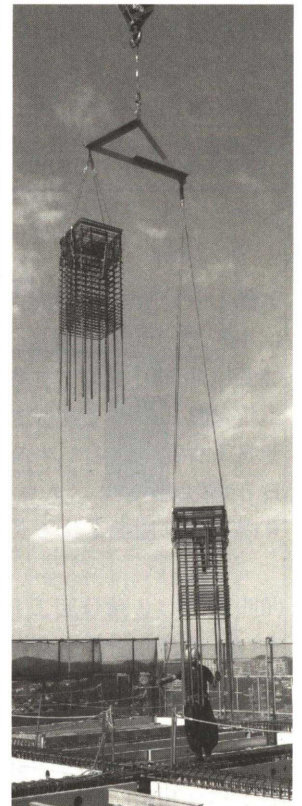


Photo. 18 三角吊り治具

「柱筋逆差し工法」という新しい工法を採用した。この工法の特徴を以下に記す。

梁PCセット時に水平方向の移動が可能

→ 梁が2段筋の場合に有利

・一般的には梁PCセット時に柱主筋が突出しているため、梁PCは上からセットすることになるが、柱筋逆

差し工法の場合は柱梁接合部の柱筋がないため、梁PCを横方向から払い込んだり、材軸方向へ差し込むことが可能となり、部材分割の位置や工区境の設定の自由度が大きい。

・また、今回のように梁筋が2段筋の場合でも、PCを横方向から差し込み上下からジョイントすれば、継手を

Table 4 サイクル工程表 (タワー棟)

	全体第1日	全体第2日	全体第3日	全体第4日	全体第5日	全体第6日
	サイクル第1日	サイクル第2日	サイクル第3日	サイクル第4日	サイクル第5日	サイクル第6日
第1工区	①墨出し ③梁PCa建込み ②支保工揚重セット	④柱筋逆差し	先行揚重 ⑤床PCa板敷込み	⑥床鉄筋配筋・型枠その他工事		⑦コンクリート打設
第2工区	⑥型枠その他工事	⑦コンクリート打設	①墨出し ③梁PCa建込み ②支保工揚重セット	④柱筋逆差し	先行揚重 ⑤床PCa板敷込み	⑥床鉄筋配筋・型枠
第3工区	先行揚重 ⑤床PCa板敷込み	⑥床鉄筋配筋・型枠その他工事	⑦コンクリート打設	①墨出し ③梁PCa建込み ②支保工揚重セット	④柱筋逆差し	⑤床PCa板敷込み
	(n-1)層・立ち上がり			n層・立ち上がり		

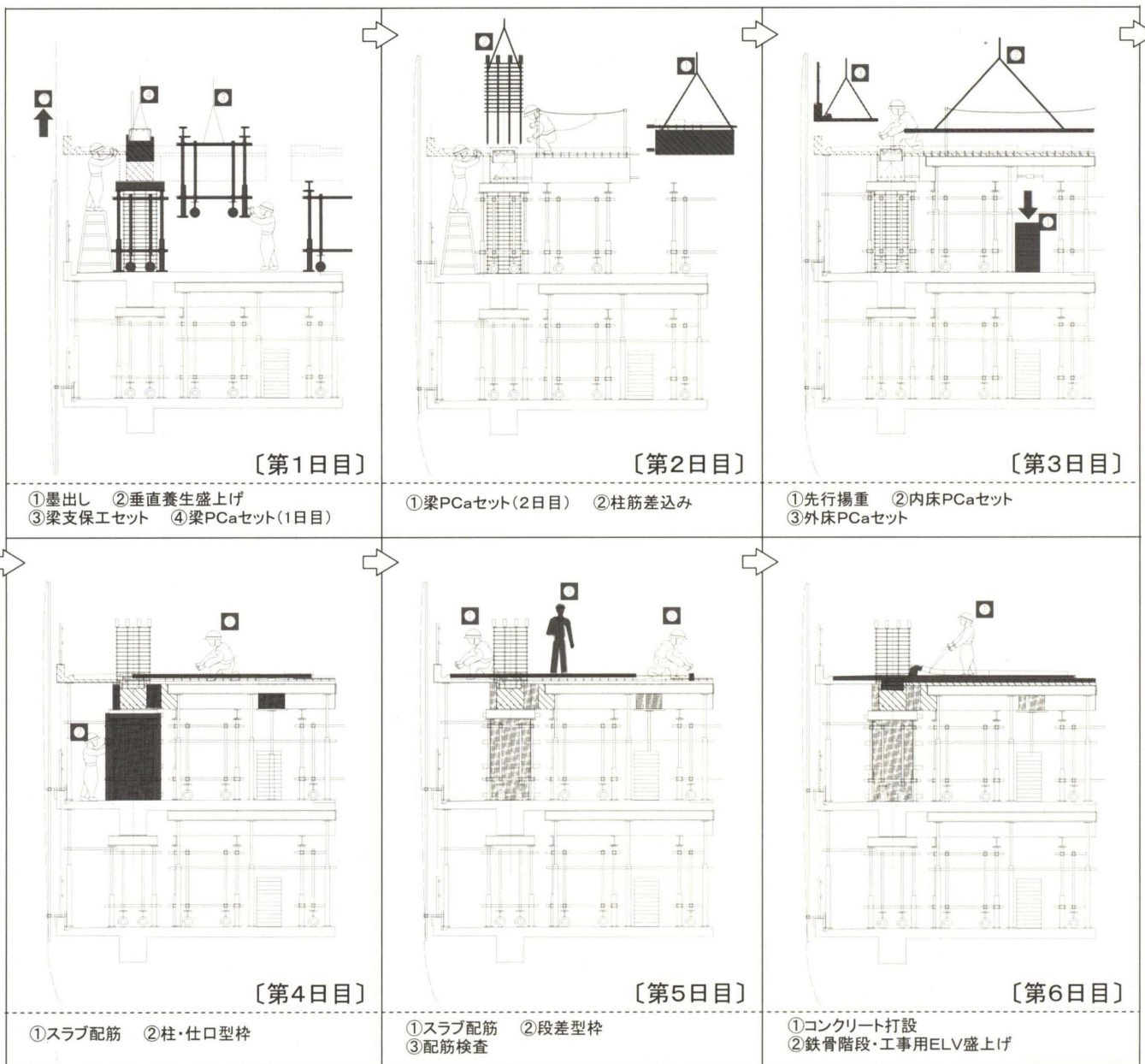
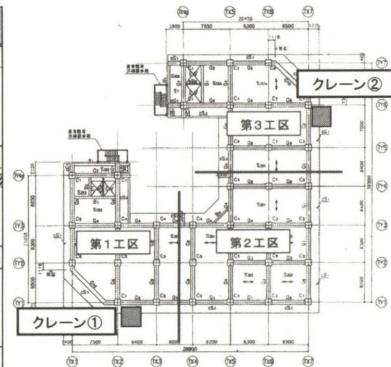


Fig. 14 タワー棟基準階・サイクルステップ図 (6日サイクル)

増やさずに施工が可能となるので、梁が2段筋の場合に有利な工法と言える。

梁PCの取り付け方向や順序が自由

→ 梁PCの大型化が可能

- ・「柱筋逆差し工法」に伴い梁PCの取り付け方向や順序の自由度が増すため、クレーン能力に応じて、梁PCを各スパン毎ではなく1.5スパンに大型化してPCの部材数を低減した。
- ・梁上筋の移動（KHR-PC工法では梁上筋の移動が必要：Fig.12参照）が必要ないため、一般的な「ハーフPC a部材」でなく「フルPC a部材」とすることも可能で、また柱部材がPCの場合でも柱筋逆差し工法が採用可能である。

柱が在来工法でもPC工法と同じサイクル工程

- ・一般的に柱を在来工法にすると、①柱筋セット、②柱型枠、③柱Vコンクリート、④梁PCセットという作業手順になり、一般的な「KHR-PC工法」に比べサイクル工程が1日長くなるが、柱筋を逆差しすると、柱型枠建込みがスラブ配筋と上下で並行して同時に行われ、VHコンクリートを同時に打設するため、工程的には柱がPCの場合と同等で施工できる。
- ・柱部材がPCから在来工法となったことで、PC製作費だけでなく機械式継手も含めて大きなVE効果があった。

6.2.3 柱筋逆差し工法の要点

柱筋逆差し工法採用に当たってポイントとなった要素技術を以下に記す。

キャスター式ユニット支保工

- ・本工法の最初の工程である梁支保工セットを短時間に行なうために、キャスター移動式のユニット支保工が必須である(Photo.16)。今回は梁PCの割付に応じて3層分の支保工を用意し、縮めた状態にしてキャスターで移動し、下階に設置したステージからタワークレーンで揚重したが、作業性・精度確保も良く好評であった。
- ・先行揚重や移動スペースを考慮して、内外床PC支保工に関しては単独サポートとした。

三角ステージ

- ・支保工せり上げのため、廊下側吹き抜け中央部にせり上げ式構台「三角ステージ(Photo.17)」を製作した。脚部は伸縮せずに盛替えでき、廊下にレベルを合わせ台車で移動できるように工夫した。
- ・各工区のN階コンクリート打設完了後にN-2階の支保工を解体・集積し、サイクル第1日目にN+1階スラブ上に揚重した。3工区の支保工揚重が完了すると躯体残材の片付け、左官材、手摺材の取り込みを行った後、タワークレーンで1フロア上にせり上げた。

梁の精度確保・・・測量工の合番が必要

- ・梁PCセット時は、重量物の梁PCが支保工の上に仮置きされた不安定な状態となるため、位置決め用のPC

サポートをXY方向に設置して転倒防止も兼ねた。また梁部材のセット時には常に測量工が鷹工の合番につき、レーザー鉛直機で位置を出し調整を行った。

- ・基本的には主筋が下になる梁PCを先行してセットする計画としたが、部分的に順番が逆転する場合もあり、その際は特に梁PCの水平精度を入念に確認した。梁PCを精度良くスピーディに取り付けるためには、支保工のレベルと部材吊上げ時の水平精度確保がポイントとなり、精度が良ければ支保工の上を滑らせるようにして「払い込み」や「差し込み」を行うことができる

吊り治具の検討

- ・梁PC a部材の水平精度の設定は、トレーラー上で吊り治具で調整する。短時間で水平精度が出せるように、チェーンイコライザーを併用するなどの梁の吊り治具の計画も重要となった。
- ・また柱筋の吊り治具について、Photo.18のようなものを考案した。吊り荷の直下に入ることなく安全性を保った上で同時に2本を揚重できるので、柱鉄筋セットのサイクルタイムが1本当たり10分から約6分に短縮できた。

6.2.4 多工区分割によるサイクル工程

サイクル工程をTable4・Fig.14に示す。一般的にはこの規模の工事ではタワークレーン2台で2工区分割での施工が標準的だが、今回は労務を平準化するために、あえて3工区分割とした。

3工区のサイクル工程を調整し、躯体工事の各職が、毎日ほぼ同じ人数、同じメンバーで作業を繰り返す計画としたことで、作業に習熟し作業時間が短縮されただけでなく、お互いのコミュニケーション・チームワークも良くなり、作業が工夫・改善され、品質・安全面も向上した。(躯体工期中間の17階立上りでの平均人数：鷹工11人/日、鉄筋工6人/日、型枠大工8人/日、土工5人/日、墨出し3人/日)

6.2.5 まとめ(施工結果)

当社としては初めて採用する工法であったため、1階では時間をかけて施工実験を行ない慎重に施工した。特に1階は柱に芯筋があり主筋本数が多く、また柱断面が変わるため絞り曲げもあったため、柱筋セットに30分以上かかったが、2階では8日サイクル、3・4階で7日サイクル、5階～21階：6日サイクル、22階以降：5日サイクルと順調に移行し、当初予定より前倒しして約9ヶ月で躯体を上棟できた。

また2台のタワークレーンで3工区分割という変則的なパターンで、かつ各職種の労務を平準化させるという条件のもと、サイクル工程の組立てにも苦労した。今回の工区分割ではどうしても第1工区のピース数が多くなり工程がタイトだったが、職種毎の目標人数を決めて常に細かな工夫・改善を繰り返したことで、ほぼ目標人数

で施工できた。

柱を在来型枠に変更しながらKHR-PCとほぼ同じサイクルで施工できたが、柱型枠セット時には既に内床PC板が架設されているため細かな隙間調整が難しく、クサビによる型枠のせり上げや型枠天端のノロ止めスポンジ等を工夫した。

7. おわりに

板状棟では、梁型付き戸境壁システム型枠によるVH分離打設工法や柱梁鉄筋先組み工法などを採用した。システム型枠などの採用技術に初めて取り組む協力業者との打合せには、通常の倍以上の時間をかけ、作業員の理解度を深めた。1フロアを4分割したことで打ち継ぎ部が多く、コンクリート強度も異なるため、工程の計画・管理が難しい施工となったが、各工区の作業を2日単位でずらすことで作業が集中しないようにして、労務の平準化を図ることができた。

タワー棟では、1フロアを3工区に分割して施工する方法で労務の平準化に取り組んだ。梁鉄筋が2段筋で、仕口内の配筋が複雑になるため、柱を在来工法に変更し、柱鉄筋を逆差しする新工法で5日サイクルの施工を実現併せて、梁PC分割位置を柱梁接合部からスパン中央に変更したほか、柱型枠でのコラムクランプの使用や、梁支保工のユニット化などにより、現場作業の合理化を追求した。

板状棟、タワー棟ともに今回当社では始めて採用する新しい工法に取り組むため、計画段階では十分に時間をかけて協議し、施工がスタートしてからも職長・作業員と議論しながら工夫・改善を重ねたが、信念を持って施工

したことで、結果的には新しい工法を確立することができた。同じような建物を次に実施する場合も、既成概念にとらわれずに、常に新しい可能性を追求していきたい。

謝辞

本報告の筆者以外の、本工事に従事した者を以下に記し、その努力と情熱に深く感謝の意を表す。

今井邦雄(工事所長) <板状棟>根石義伸・高橋佳之・野村明人・坂本和幸・神田直樹・稲穂行彦・濱田裕史・本澤昌巳・土井将司・水田裕章・大山健太・比嘉義迅・中本佑斗 <タワー棟>福田親・池谷健・今村雅之・蛭原隆志・司代壽昭・阿久澤寿文・敷田剛士・荻野智也・寺田淳一・藤田幹広・倉本八緒那(敬称略)

多工区分割による短工期施工への取り組みに関しては、河谷敏郎(東京大学生産技術研究所特任教授)、技術研究所・吉松賢二・渡辺英彦の協力をいただいた。また、首都圏支店建築部技術Gほか、多くの方より、貴重な助言・協力をいただいた。ここに深く感謝する。

参考文献

- 1) 小川嘉明, 小俣貴温, 吉松賢二, 渡辺英彦 : VH分離打設工法による板状RC集合住宅の施工(タイムズ・ピース・スクエア新築工事), 熊谷組技術研究報告・第66号, pp.153-160, 2007年12月
- 2) 杉浦, 岡崎, 上田, 濱田, 西垣 : 無水掘り場所打ち杭の孔壁測定改善による余盛の低減, 熊谷組・改善提案資料, 2008年
- 3) 本澤, 岡崎, 上田, 荻野 : 鋼製捨型枠を併用したHRパイル工法の合理化, 熊谷組・改善提案資料, 2009年
- 4) 荻野, 上田, 河口, 司代 : 三角治具による地組鉄筋の揚荷時間の短縮, 熊谷組・改善提案資料, 2009年
- 5) 寺田, 上田, 司代, 藤田 : 配筋写真システムを活用した検査シートによる配筋検査, 熊谷組・改善提案資料, 2009年

Many Initiatives for Shortening the Term of Works by Dividing the Construction Area into a Lot of Sectors

Hideki OKAZAKI, Shin UEDA, Masayoshi YASUNAGA, Toshimi SUGIURA, Mamoru YAMAZAKI, Toshirou KAWAGUCHI

Abstract

These large-scale RC-apartment in total 705 housings consist of a 23-story building with 100-meter length construction of rectangular shape, and a 32-story building with 100-meter height construction of tower shape, both with seismic isolation device. In the rectangular shape building, one floor was constructed in 8-days cycle, with pre-assembled method of column and beam steel-bar in shaped like a Japanese letter "卍", and with wall formwork system having beam-form. In the tower shape building, one floor was constructed in 5-days cycle, by changing from precast column-concrete method to new method of inserting the column steel-bars in the opposite direction. During the structure work, labor quantity was kept even by dividing the construction area into a lot of sectors.

This reports the result of these construction initiatives.

Keywords: high-rise RC building, the concrete placing method separated to vertical and horizontal part, a method of inserting the column steel-bars in the opposite direction
