

ツインウォール工法による超高層RC住宅の施工

河口俊郎* 久村睦義* 本田和久* 荒羽 稔* 原 正夫*

当社が独自に開発した超高層建物の制震システムであるツインウォール(以下 TW と呼ぶ) 工法を、最初に適用した 32 階建て超高層 RC 住宅『NCH 中央街区 A 棟新築工事』の施工を報告する。TW 工法は建物のコア部に連層耐震壁を設け、この連層耐震壁同士を各階の鉄骨梁で連結させた構造である。工期短縮と高品質の確保のために、柱、梁、スラブをプレキャスト化(PCa 化)するとともに、TW は鉄骨と鉄筋をユニット化して建て方を行い、基準階を 9 日サイクルで施工した。本報告では、基準階の施工を中心に報告する。

キーワード：超高層 RC 住宅、ツインウォール工法、プレキャストコンクリート、高強度コンクリート

1. はじめに

当建物は、JR 横須賀線東戸塚駅前に広がる広大な開発地域の中央街区に計画された超高層住宅 4 棟で最終の建物である(Photo.1)。既に施工された高層棟 3 棟 (D 棟、C 棟、B 棟) は全て純ラーメン構造が採用されている。当建物 (A 棟) はコア部に連層耐震壁を設け、この連層耐震壁同士を各階にてエネルギー吸収材 (鉄骨梁) で連結させた TW 工法を採用している(Fig.1)。これにより、地震時には、効率的にエネルギーが吸収され、応答変位が抑制されるため、耐震性能を維持しつつ、梁や柱の数を減らすことが可能となっている¹⁾。さらに、バルコニーを外周柱および逆梁の内側に配したアウトフレーム工法を採用し、また、スラブは矩形のボイドを使用するの

に比べ遮音性能を向上させたサイレントボイドスラブを使用した。その結果、明るく広々とし、環境面でも快適な居住空間とすることが出来た。当建物の施工は、3 階立上りから柱、梁、スラブを工場製作の PCa 化とした。TW は、重量的にも、鉄骨を内蔵している点でも PCa 化が難しいため、鉄骨部材と拘束域の鉄筋を地組みヤードでユニット化して建て方を行った。

現場打ちコンクリートの数量は、基準階 (11 階立上り～31 階立上り) で約 430 m³あり、コンクリート打設はポンプ車 1 台とタワークレーン 2 基 (2.5m³ ホッパー各 1 台) により 1 日で行った。

2. 建物概要

2.1 建築物の概要

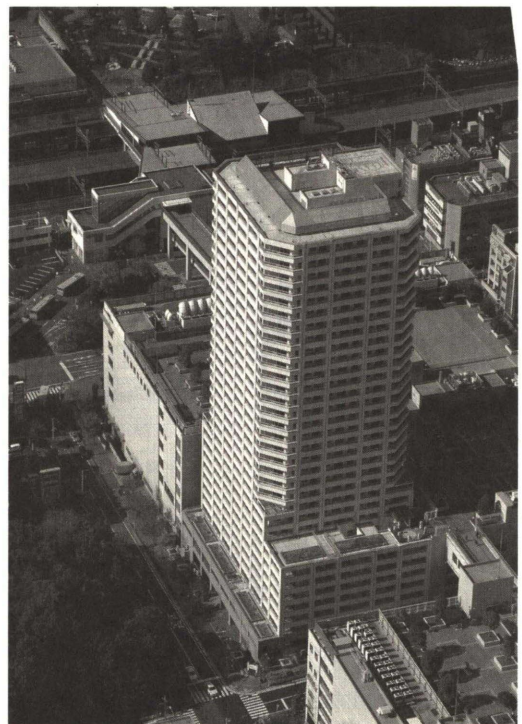
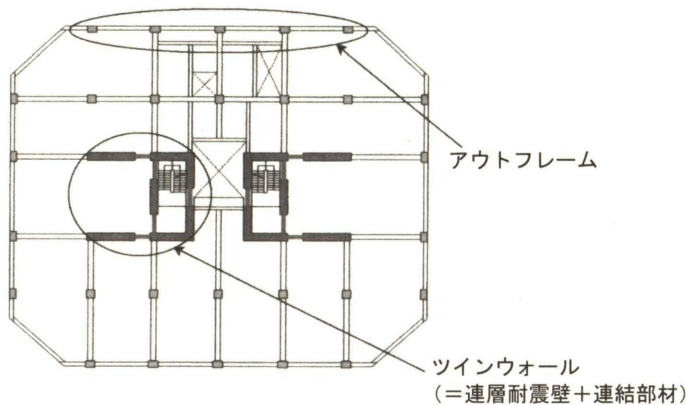


Photo.1 建物全景

* 首都圏支店 第2工事事部 NCH 中央街区 A 棟作業所

工事名称：NCH 中央街区 A 棟新築工事
 事業主：三井不動産株式会社
 相鉄不動産株式会社
 新日石不動産株式会社
 設計監理：株式会社熊谷組首都圏一級建築士事務所
 施工：株式会社熊谷組首都圏支店
 建設場所：神奈川県横浜市戸塚区品濃町 537-20
 用途：共同住宅（348戸）、駐車場（247台）
 構造規模：地上 32 階地下 4 階塔屋 2 階
 面積：延べ床面積 51,849.57m²
 工期：平成 15 年 1 月 23 日～平成 17 年 11 月 30 日
 （33 ヶ月）
 構造形式：鉄筋コンクリート造連層耐震壁付きラーメン構造

2.2 構造計画概要

当建物は地上 32 階地下 4 階の共同住宅である（地下 3 階から地上 2 階は自走式駐車場）。基礎形式はマツス

単位：N/mm²

	高層部		低層部			
	梁・スラブ	柱・TW・壁	梁・スラブ	柱・壁		
PHF立上り	Fc33	Fc33	Fc42	Fc42		
27F立上り						
24F立上り	Fc36	Fc36			Fc48	Fc42
21F立上り						
19F立上り						
13F立上り	Fc42	Fc54			Fc60	Fc42
9F立上り						
6F立上り						
2F立上り	Fc54	Fc54			Fc42	Fc42
B4F立上り						
マットスラブ上部						
マットスラブ中間部						
マットスラブ下部	Fc36	Fc36	Fc42	Fc42		

Fig. 4 コンクリート設計基準強度分布図

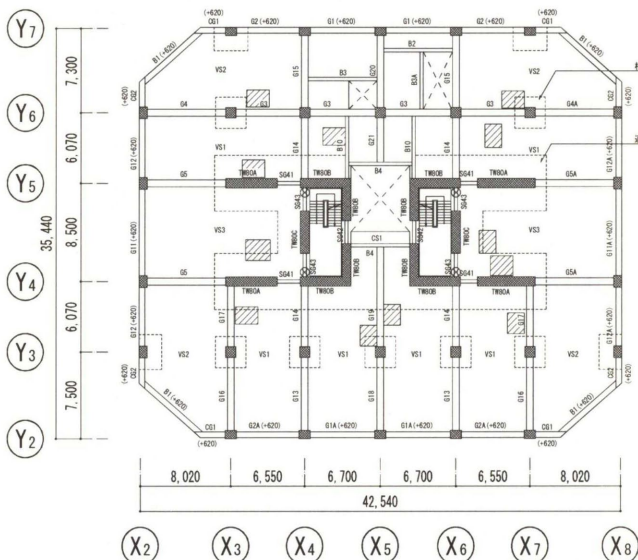


Fig. 2 基準階床伏図 (12F~32F)

ラブによる直接基礎で、地下階は耐震壁付きラーメン構造、地上階は RC 造の連層耐震壁付きラーメン構造である。X 方向 8 スパン Y 方向 6 スパンで、9 階でセットバックし、X 方向スパンが 6 スパンとなり、さらに、12 階から四隅の柱がなくなる。基準階床伏図を Fig.2 に、主要軸組図を Fig.3 に示す。使用材料は、柱、壁のコンクリート設計基準強度が Fc60N~33N、梁、スラブが Fc42N~33N、鉄筋は柱・梁・TW の主筋に SD490~SD345、柱フープ、梁スターラップには降伏点強度 785N/mm² の高強度せん断補強筋を、TW の鉄骨は SN490C を用いた。コンクリートの部位別設計基準強度を Fig.4 に示す。

2.3 使用コンクリート概要

2.3.1 使用コンクリート

マットスラブのコンクリートは、マスコンによる温度収縮を考慮し、3 層に分割打設したが、下 2 層に高炉

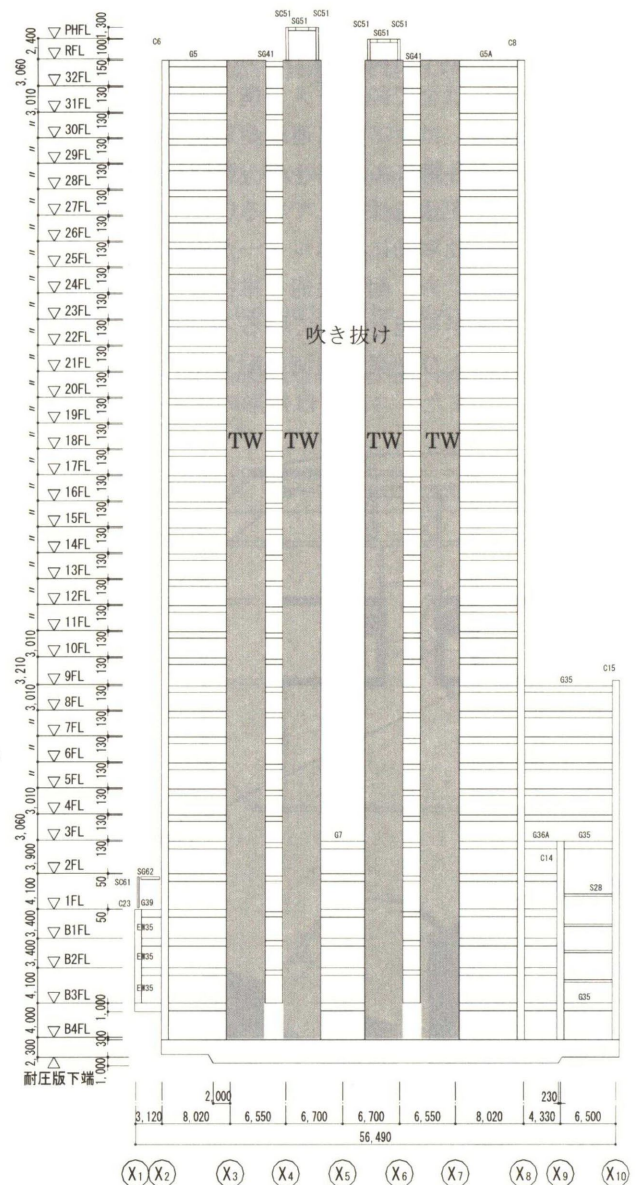


Fig. 3 軸組図 (Y4 通り)

セメントB種(BB)と上1層に低熱ポルトランドセメント(Lセメント)を用いた。地下4階からは、TW、地下壁はFc36Nを超える高強度コンクリートは全てLセメントを使用し、それ以外では、呼び強度45N以下では普通ポルトランドセメント(Nセメント)、48N以上ではLセメントを使用した。工場製作のPCa部材はNセメントを用いた。

2.3.2 生コンプラントの選定と大臣認定

今回は3プラントを使用することとし、高強度コンクリートについては実績の多いS生コン、K生コン、マットスラブのBBはSレミコンとした。高強度コンクリートを供給する生コンプラント2社(S生コン、K生コン)の高強度コンクリートに関する大臣認定取得状況は、Table.1の通りである。K生コンはA棟の工事開始後にLセメントの大臣認定を取得することにした。そのため、生コンの供給は、14階立ち上がりまでをS生コン、15階立ち上り以降をK生コンが担当した。

2.3.3 試験練り

A棟工事に先行したB棟工事で高強度コンクリートの打設実績がある調査は試験練りを省略することとし、当初の試験練りでは、高炉セメントB種のSレミコン、高強度コンクリートのS生コン、K生コンの3プラントで行った(Table.1)。ただし、K生コンは大臣認定取得後に追加試験練り(L、Nセメント)を実施した(Nセメントは、生コンJIS改定のため、再度大臣認定を取得した)。

2.3.4 調査の決定

試験練り結果を踏まえ、調査を決定した。Table.2にS生コンの調査を示す。

3. 在来部(2F立上りまで)の施工概要

マットスラブの版厚はTWを中心とした部分で3m、

Table.1 大臣認定及び試験練り状況

		S生コン	K生コン	Sレミコン
大臣認定	Lセメント	B棟で取得済み	未取得(A棟工事開始後取得)	未取得
	Nセメント	B棟で取得済み	B棟で取得済み	未取得
試験練り	第1回	H15年5月19日	H15年5月22日	H15年4月23日
	第2回		L : H16年9月9日 N : H16年10月27日	
打設	期間	H15年7月～ H16年10月	H16年10月～ H17年5月	H15年7月
	範囲	マットスラブ 上段・ B4F立上り～ 14F立上り	15F立上り～ PHF立上り	マットスラブ : BB (下段、 中段)
現場までの所要時間		40分	15分	30分

Table.2 調査一覧(S生コン)

呼び強度 N/mm ²	セメントの種類	水セメント比 %	セメント kg/m ³	水 kg/m ³	細骨材率 kg/m ³	細骨材 kg/m ³	粗骨材 kg/m ³
60	L	32.8	519	170	47.9	791	872
54	L	36.6	465	170	49.3	835	872
48	L	41.1	411	170	51.4	892	856
48	N	44.6	382	170	51.0	895	872
45	N	47.8	356	170	52.5	931	856
42	L	47.6	358	170	54.4	968	824
39	N	47.5	358	170	51.8	916	856
36	N	50.0	340	170	52.1	929	856

スランプ: 21cm(ただし、TW,地下の柱壁で42N/mm²以上は23cm)

その周りで2mあり、1mずつ3層に分けて施工を行った。工区分けはコンクリートの打設数量に応じて、最下層は1工区、中間層は2工区、上層は4工区とした。

柱は主筋にネジ鉄筋を用い、継ぎ手工法はエースジョイント(無機グラウト継ぎ手)を用いた。配筋は施工階に単管パイプで地組みヤードを設け、先組み工法とした。また、柱は在来工法からPCa工法へ切り替えるため、2階柱はネジスリーブ継ぎ手を逆使いし、主筋をネジ鉄筋から異型鉄筋に切り替えた。(Fig.5)

梁は主筋にネジ鉄筋を、継ぎ手工法にエースジョイント、エポックジョイント(有機グラウト継ぎ手)を用いた。施工は、鉄筋を梁型枠上で組み、組み上がり後、端部から順に型枠に落とし込んだ。

外周の土圧壁は、密実なコンクリートを打設するためVH分離打設とし、また、収縮ひび割れを制御するために収縮目地を設けた。

コンクリートの工区境の止めは、梁、スラブにはラスと、梁の被り部(3辺)にはアンコ材を用い、さらに、コンクリートノロを清掃するために梁底型枠の一部を外した。打設翌日には高圧洗浄にて打ち継ぎ部の脆弱部分を除去し、後打ちコンクリートと一体化するようにした。

柱と梁のコンクリート強度が異なる仕口の強度分け部分はエアフェンスを用い、先に強度の高い仕口内のコンクリートを打設してから、強度の低い梁のコンクリート

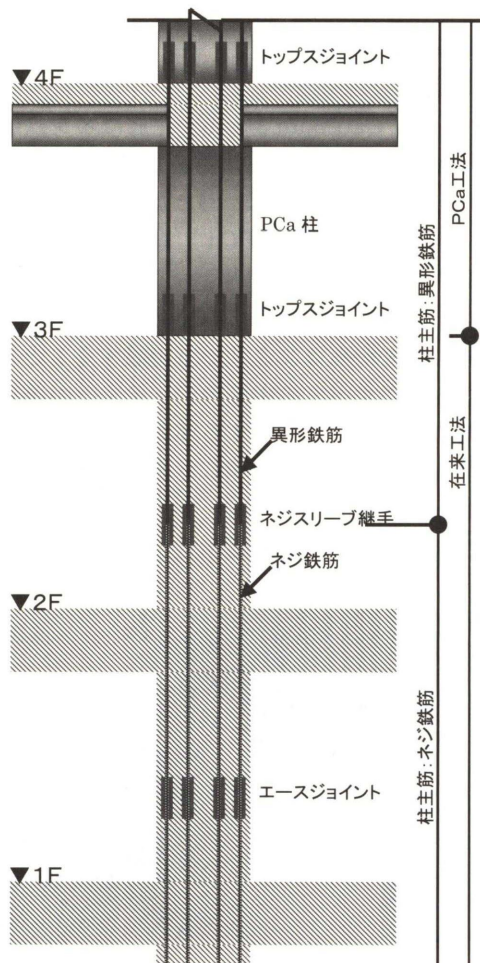


Fig.5 鉄筋継ぎ手工法

を打設した。施工に際しては、エアーフエンスを抜くタイミングと抜いた直後の確実なバイブレーターがけに留意し、さらに、エアーフエンス用補強鉄筋は、かぶり厚さを確保するよう注意した。

TWは、地下4階から32階まで全てを在来工法で施工した。その中で、TW拘束域を鉄骨も含めた形でユニット化し、壁版部は在来工法とした。(「5. ツインウォール」参照)

4. PCa コンクリート工事

4.1 部材のプレキャスト化

4.1.1 柱

柱はフルPCa化(Photo.2)し、主筋は異型鉄筋とし、柱脚部にはトップスジョイント(モルタル充填式継ぎ手)を用いた。柱底にはグラウトの施工性と充填性を考慮し、コッター、溝を設け、PCa工場では横置きで製作した。外周柱はタイル張りとなるため、厚さ100mmのふかし部に先行して打ち込んだ。後打ちコンクリートと一体化させるため、型枠はチェッカープレートとし、打設面は刷毛引き仕上げとした。製作時に特に主筋のノロの付着と刷毛引き仕上げ部のレイタンス層を確実に除去することに注意した。

搬入時は、先行フープ1組を工場でセットし、低床トレーラに縦置きとした。吊り治具用インサートは側面に設け、重心を配慮して設けた。

4.1.2 梁

梁はハーフPCa(Photo.3)とし、主筋はネジ鉄筋を用い、無機または有機グラウトによるネジ式継ぎ手(エースジョイント、エポックジョイント)とした。逆梁は柱と同様に立上りを設け、タイルをPCa工場で行って打ち込んだ。連続する梁を製作する時は、工場で実施工と同じ間隔で型枠を並べ、かつ連続する部材の主筋を所定のトルクで締め付けてからコンクリート打設することで、PCa部材建て方時にすべての主筋のジョイントが確実に行うことが出来た。また、連続する部材の一部を先行して製作する場合は、先行して製作した部材を連続してセットして製作した。

また、仕口部のフープをセットする際、上端筋を移動

させるため、上端筋の受け筋を設けた。太径の鉄筋は重量があるので、受け筋はコンクリートに支持させた。

製作時は、鉄筋にノロが付着しないこと、エレベーター開口部際に設けた順梁の立上りのラス内にコンクリートが確実に充填されること、コンクリートガラを確実に撤去すること、打設面のレイタンス層を確実に除去すること、スターラップの施工(位置)精度、運搬時に部材同士がぶつかりタイルが欠けないことを重点的に管理した。

4.1.3 スラブ

スラブはハーフPCa版(Photo.4)で当社開発のサイレントボイドスラブとした。版厚が80mmでトラス筋(@600)を配し、PCa工場では、コンクリート打設後、レイタンス層を除去してからサイレントボイドをセットし、定着金物で固定する。打設面は刷毛引き仕上げとした。

製作時は、打設面のレイタンス層の確実な除去、トラス筋のノロの付着防止、スラブ厚と側型枠の精度の確保、サイレントボイドを加工した場合の確実な固定と切断面の養生、スラブ上のガラの除去、打設前のトラス筋先端レベルの確認、段差部のトラス筋のかぶり確保に注意するとともに、版間ジョイント筋(2-D19 L=40d×2)の配筋のために隣り合うトラスの位置を一致させるようにした。また、運搬時は数枚を重ねて運搬するが、PCa工場でのストック時も含め、枕木をトラス筋に直交方向にかつ枕木の上下位置、水平レベルを揃えるよう留意した。

4.2 総合仮設計画

総合仮設計画図を Fig.6 に示す。タワークレーン(JCL240H型：最大能力12t、作業半径7t×R32m)は高層部中央の吹き抜け部と高層部東側に計2基設けた。

仮設用エレベーターは、高層部南側のX6、X7間に1階から最終的には32階まで、ロングスパンELV(HCE-2000BL：積載荷重2t)を1基、本設の非常用エレベーターを利用した仮設エレベーター(ステップアップエレベーター：積載荷重1.15t、定格速度105m/min、間口1.8m×奥行1.5m)を1基設置した。

ゲートは南側に2箇所、東側に1箇所設けた。PCa建て方時はTC1号機が第1ゲートでTC2号機が第2、第3ゲートでPCa部材の揚重を行った。コンクリート打設時は、TC1号機が第1ゲートでホッパーによる打設を、TC2

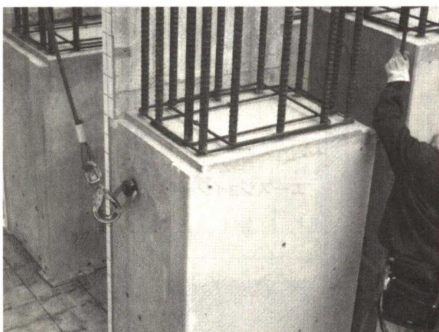


Photo. 2 柱 PCa 部材



Photo. 3 梁 PCa 部材

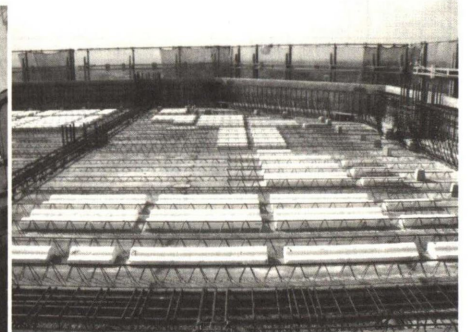


Photo. 4 スラブ PCa 部材

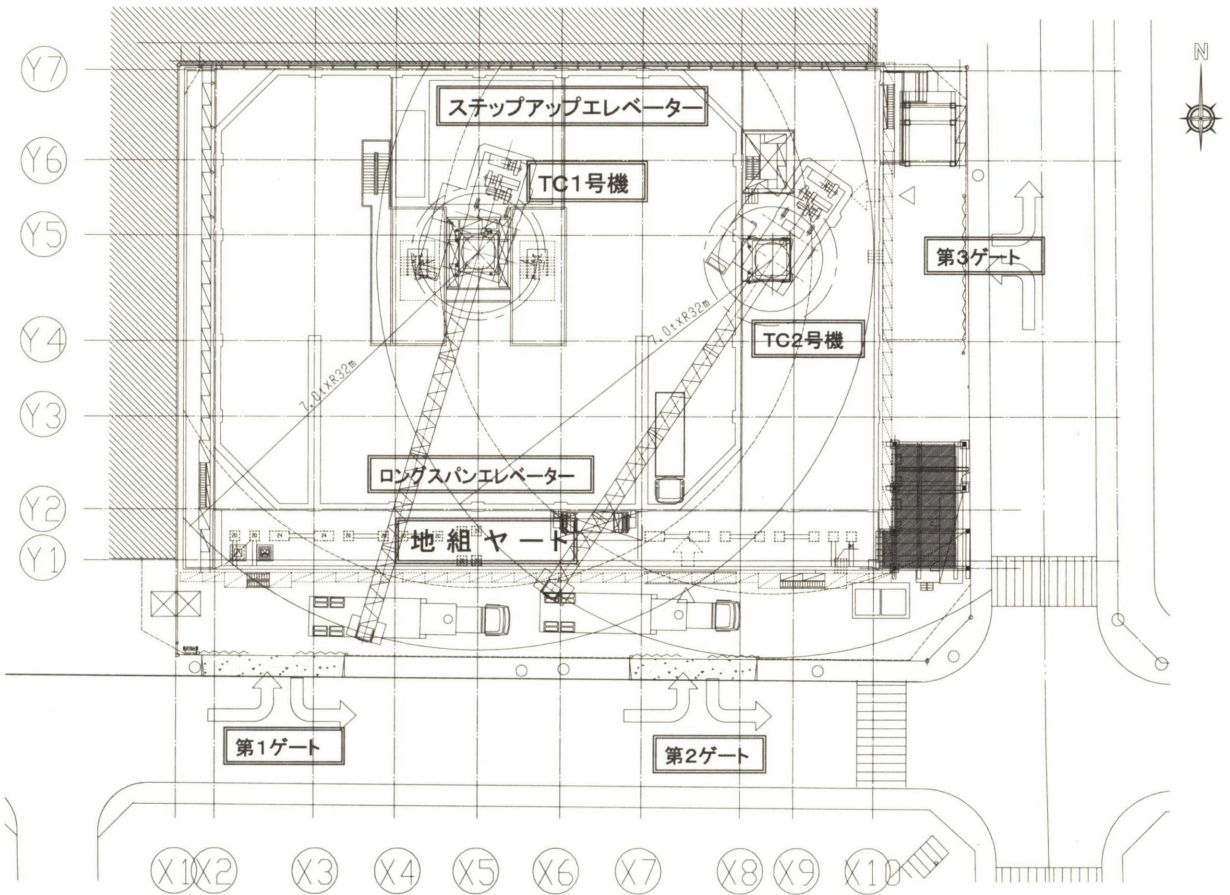


Fig. 6 総合仮設計画図

サイクル工程	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日	第6日	第7日	第8日	第9日
準備足場の日	柱PCユニット架設の日	梁PCの日	スラブPCの日	管設もりかえの日	給水管段の日	TWユニットの日	コンクリート段取りの日	コンクリートの日	
n+1階	TW高スチープの動きを示す EV設置スチープの動きを示す			定置柱状ローフ・上取部 小梁(カネ・部)の架設	定置上取部 ALC壁PC架設	高スチープセリ上げ または引抜き	TWユニット撤去 TWユニット撤去 定置架設 ALC壁架設 鉄骨架設 定置架設	TW柱主筋架設 TC1足場架設 定置架設 柱主筋架設 鉄骨架設	TW柱主筋架設 TC1足場架設 定置架設 柱主筋架設 鉄骨架設
n階	基礎足場セリ上げ 定置架設架設 定置架設架設	柱PC 定置架設架設 定置架設架設	梁PC 定置架設架設 定置架設架設	スラブPC 定置架設架設 定置架設架設	管設もりかえ 定置架設架設 定置架設架設	給水管架設 定置架設架設 定置架設架設	TWユニット架設 定置架設架設 定置架設架設	コンクリート打設 定置架設架設 定置架設架設	コンクリート打設
n-1階		高スチープ作業体(上取)						高スチープ作業体(上取)	
n-2階		高スチープ作業体(下取)						高スチープ作業体(下取)	
n-3階		定置架設架設						定置架設架設	
n-4階		定置架設架設						定置架設架設	
9階セットバック (定付地盤ヤード)									
3階セットバック									
鉄筋地盤ヤード									
・タワークレーン NO1 JCL-240	10h - PB 0.5h - 柱PC 3h - TW架設架設 1.5h - ALG	10P - 梁PC 14P - 梁PC 18P - TW架設架設 18P - TW架設架設	10h - 梁PC 30P - 梁PC 5.5h - 257 PC 2.5h - 257 架設	42P - 5.5h - 257 架設 10h - 257 架設 0.5h - 鉄骨架設架設 架設架設架設 架設架設架設 架設架設架設	10h - 鉄骨架設架設 370P 12P 40h - 高スチープ架設 1P 0.5h - 257 架設架設 1.0h - TWRC柱主筋架設	1.0h - 鉄骨架設架設 370P 12P 40h - 高スチープ架設 1P 0.5h - 257 架設架設 1.0h - TWRC柱主筋架設	1.0h - TWRC柱主筋架設 5P 0.5h - TWRC柱主筋架設 4T 1.5h - TWRC柱主筋架設 4P 0.5h - TWRC柱主筋架設	5P 0.5h - TWRC柱主筋架設 4T 1.5h - TWRC柱主筋架設 4P 0.5h - TWRC柱主筋架設	5P 0.5h - TWRC柱主筋架設 4T 1.5h - TWRC柱主筋架設 4P 0.5h - TWRC柱主筋架設
搬入	・TW架設 ・ALC	10T 1.5h - PB 10T 2.5h - 柱PC	10T 1.5h - 梁PC TR 2.5h - 梁PC	10T 4.5h - 257 PC 15T 5.5h - 257 架設	3.5h - 257 架設 15T 2.5h - 鉄骨架設	10T 2.5h - 257 架設架設 10T 1.5h - 257 架設架設	10T 1.5h - TWRC柱主筋架設 10T 1.5h - TWRC柱主筋架設	10T 1.5h - TWRC柱主筋架設 10T 1.5h - TWRC柱主筋架設	10T 1.5h - TWRC柱主筋架設 10T 1.5h - TWRC柱主筋架設
・タワークレーン NO2 JCL-240	0.5h - 高スチープ架設 1.0h - 柱架設架設 3.0h - LGS 1.5h - PB 9.4P - 柱PC	80h 3P 0.5h - 梁PC 11.0h 3P 0.5h - 鉄骨架設架設 3P 0.5h - 257 PC 9P 1.5h - 257 PC 14P 2.0h - 257 PC	28P 4.5h - 柱架設架設 2P 0.5h - 257 PC 12P 1.5h - 257 PC	1.2h 4P 0.5h - 柱架設架設 26P 3.5h - 柱架設架設 架設架設架設 架設架設架設 架設架設架設	270P 3.0h - LSEV架設架設 270P 1.5h - EV架設架設架設	0.5h - TW架設 0.5h - TW架設架設 0.5h - TW架設架設 0.5h - TW架設架設	0.5h - 柱架設架設 5P 0.5h - 柱架設架設 4P 2.0h - 柱架設架設 2.0h - TWRC柱主筋架設 4P 0.5h - TWRC柱主筋架設	0.5h - EV架設架設架設 170P 0.5h - TW架設架設 5P 0.5h - TW架設架設 20P 1.5h - TW架設架設 4P 0.5h - TW架設架設	0.5h - 柱架設架設 90m3 10.0h - 柱架設架設 2.0m3 3.0h - 柱架設架設
搬入	・LSEV架設架設 ・ALC ・ALC架設架設	10T 1.5h - 柱架設架設 7R 1.5h - 柱架設架設 4T 1.5h - 柱架設架設 10T 1.5h - 柱架設架設	7R 4.5h - 柱架設架設 10T 2.5h - 257 PC 10T 1.5h - 257 PC	10T 1.5h - 柱架設架設 TR 2.5h - 257 PC 15T 1.5h - 257 PC 8T 1.5h - 257 PC 大型 2.5h - 257 PC	10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設	10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設	10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設	10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設	10T 1.5h - TW架設架設 10T 1.5h - TW架設架設
PC架設	9	9	9	9	9	9	9	9	6
架設架設	6	6	6	6	6	6	6	6	3
架設架設	6	6	6	6	6	6	6	6	16
架設架設	12	12	12	12	12	12	12	12	5
架設架設	7	7	7	7	7	7	7	7	10
架設架設	2	2	2	2	2	2	2	2	6
架設架設	9	9	9	9	9	9	9	9	8
架設架設	11	11	11	11	11	11	11	11	12
架設架設	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fig. 7 基準階におけるサイクル工程

号機が第3ゲートでホッパーによる打設を、ポンプ車が第2ゲートで配管による打設を行った。

南側Y1、Y2間のセットバックした3階スラブ上をTWユニットの地組みヤードとした。また、東側9Fセットバック部を逆梁の返し型枠と仮設材の置き場とした。

4.3 サイクル工程

11階立上り以降の基準階におけるサイクル工程をFig.7に示す。主な作業は以下の通りである。

1日目〔連層足場の日〕は、連層足場せり上げとTW配筋のまとめおよび先行揚重(ALC、LGS、ボード、設備配管等)を行った。先行揚重の養生を確実に行うことと、通路と支保工スペースの確保に留意した。

2日目〔PCa柱・ユニット型枠の日〕は、PCa柱(部材数29)建て方とTW階段側型枠吊り込み、そしてスラブ支保工をセットした。PCa柱のレベルは、ライナープレートを柱の4箇所事前にセットして調整した。

3日目〔PCa梁の日〕は、PCa梁(部材数：大梁52、小梁6)建て方とそれを追いかけて梁主筋を移動させながら仕口フープをセットし、TWの残りの型枠を建て込んだ。コーナー部の片持ち梁と斜めの小梁の建て方精度を確保するため、片持ち梁と小梁のジョイント位置はレーザー測定器を用い、梁底のレベルも特に注意を払った。

4日目〔PCaスラブの日〕は、PCaスラブ(部材数67)建て方、鉄骨階段建て方、仕口フープと梁配筋およびスラブ補強筋(TWおよび柱廻り)を行い、PCaスラブ建て方が完了したところからPCa柱のグラウト注入を行った。建て方時は、逆梁アゴ部への掛かり代の確保、PCa版間に隙間がないこと、スパンが長いので、後の天井裏の設備工事、仕上げ工事の取まりに影響が無いようレベル管理に十分留意した。また、スラブ筋配筋前に配筋範囲を配筋種類別にPCa版上にマーキングして鉄筋工事を行った。

5日目〔スラブ配筋スタートの日〕は、スラブ配筋で、引き続き版間ジョイント筋及びTW及び柱周りの補強筋の配筋を行った。

6日目〔スラブ配筋の日〕は、引き続きスラブ配筋を行いながら仕口型枠をセットした。

7日目〔逆梁型枠スタートの日〕は、スラブ配筋のまとめと逆梁型枠をセットした。

8日目〔生コン段取りの日〕は、逆梁型枠を完了させ、ALC立上り部のPCa基礎をセットし、コンクリート打設の段取り、スラブ上の清掃、散水を行った。また、先行して上階のTWユニット建て込みを行った。TWユニットは、剛性の高い鉄骨と太径の鉄筋で構成されているため、鉄骨仕口部のフープのセットと建て入れ調整に苦心した。

9日目〔コンクリート打設の日〕は、コンクリート打設を行った。詳細は「6.2」に示す。

4.4 仮設詳細計画

4.4.1 連層足場

外周のPCa柱と梁の建て方、外側のシール工事等を行うため、3層の連層足場を設け、更に逆梁上にアルミサッシがくる部分の工事のための仕上げ用連層足場を設けた(Photo.5)。

4.4.2 吊り足場

TW内の鉄骨階段はTWにアンカーを設け支持するため、躯体施工階に先行して建て方が行えない。TW廻りの鉄筋、型枠工事のために、階段室に2層分の吊足場(Photo.6)を設け、その上に枠組み足場を組立て転用した。

4.4.3 その他

PCa建て方直後より使える逆梁の外部への渡り(Photo.7)、逆梁の上に本設手すりが付くまでの安全確保のための被覆ワイヤー(Photo.8)、本設ELVの開口部には、支保工等の搬出のために、上下に移動してセットできる鋼製のバリアフリーステージ(Photo.9)を設ける等の工夫をした。



Photo. 5 連層足場

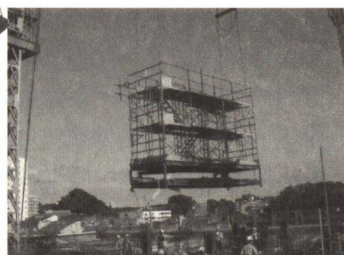


Photo. 6 吊り足場(TCにて盛換中)

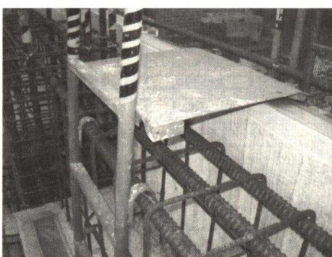


Photo. 7 逆梁の外部への渡り



Photo. 8 外周被覆ワイヤー

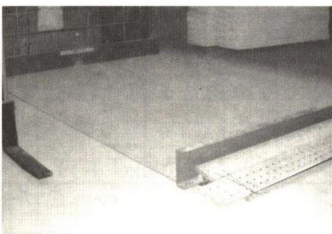


Photo. 9 バリアフリーステージ

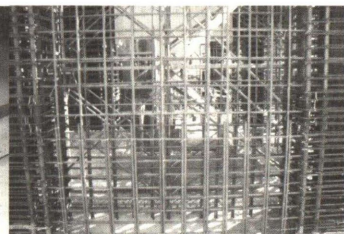


Photo. 10 TW配筋



Photo. 11 TWユニット

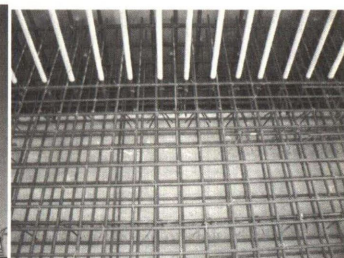


Photo. 12 TW廻りスラブ補強筋

5. ツインウォール

5.1 拘束域と壁版部

TWは壁厚が80cmで、コーナー部と端部の拘束域と、拘束域に挟まれた壁配筋の壁版部、および各階でTW同士を連結している鉄骨梁から構成されている(Fig.8, Photo.10)。鉄骨梁は、地震エネルギーを吸収する重要な役割を果たし、拘束域で鉄骨柱に結合している。鉄筋量が多く、配筋が混み入っているため事前にモックアップを作り、収まりを検討した。

5.2 ユニット化

TWはPCa化すると重量的にクレーンの能力が不足するのみでなく、構造的に一体性を確保するため、PCa化せず在来工法とし、拘束域は鉄骨も含めた形でユニット化し地組みを行った。Photo.11に建て方状況を示す。

5.3 TW及び廻り柱廻りスラブ補強

TW工法において地震時の応力をTW及び柱に確実に伝達させるため、TW及び柱廻りのスラブの補強として、通常のスラブ筋(ハーフPCa版の中の下端筋、上端筋)とは別にPCa版に直置きで鉄筋を追加した。Photo.12はTW際のスラブ補強筋と上端筋である。施工時には、通常の上端筋、段差部の配筋に加えてこれらの補強筋を

施工するため、配筋の種類が多くなるので、配筋に先行しPCaスラブ上にマーキングして明示した。

6. 現場打ちコンクリート工事

6.1 品質管理計画

コンクリートの主な品質管理項目は、コンクリート材料の品質、コンクリートの受入検査(スランプ、空気量、塩化物量他)等だが、高強度コンクリートということで、今回特に生コンの練り上がりから打設完了までの時間管理、圧縮強度に留意した。

生コンの練り上がりから打設までの時間管理は、管理図(Fig.9)を用いた。これは、生コン車毎の出荷、現場着、打設開始、打設終了の実情に応じた予定表を作り、打設当日、逐一赤ペンでその脇に実施状況の線を入れ、予定に対する遅れの状況を誰でも見える形にしたもので、これを使って出荷調整を行った。さらに、打設の進捗状況、生コンの荷卸しと筒先の性状と受入試験結果を確認し、生コンプラントには随時状況を連絡し調整を行った。

6.2 コンクリート打設

コンクリート打設は、タワークレーン2基(2.5m³ホッパー各1台)とポンプ車を併用して行った。1日の打設量は約430m³で、打設時間はおよそ7時から19時まで

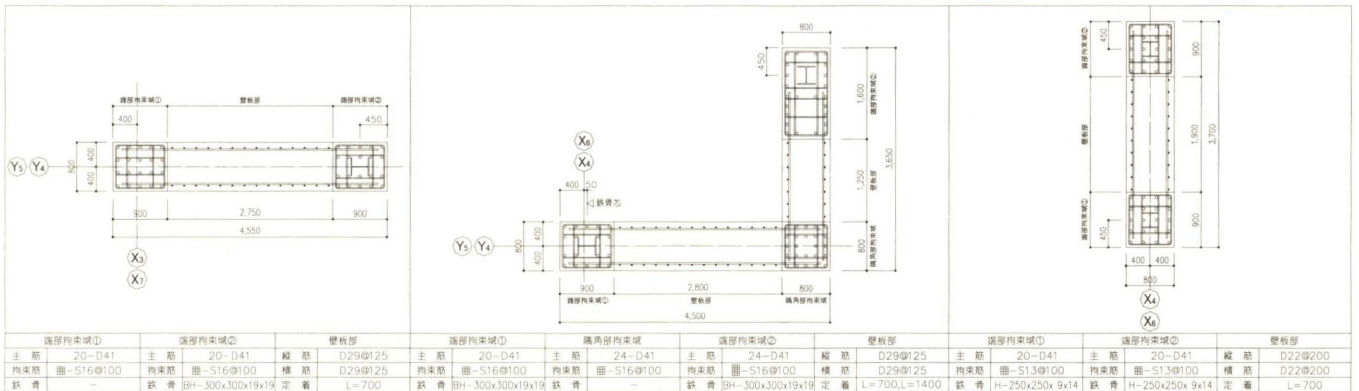


Fig. 8 TW配筋図

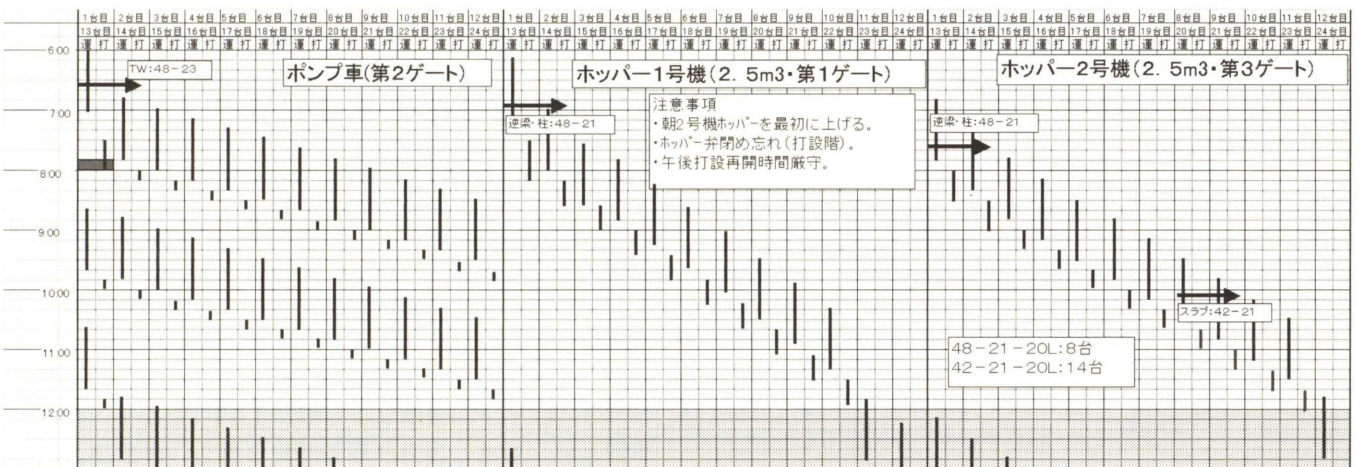


Fig. 9 コンクリート打設管理図

でのほぼ 11 時間であった。TW は全てポンプ車で打設を行い、特にスランブ管理に注意を払い、コンクリートの筒先での状況と荷卸時の状況を常に監視し、必要に応じて高性能 AE 減水剤を要領書に従って再添加した。これらの管理と生コンの練り上がりから打設終了までの時間管理を徹底することにより、配筋が非常に密な TW のコンクリートを確実に充填することが出来た。

また、ホッパーによる打設では、1 台の生コン車を 2 回で打設する計画とし、2 回目のホッパーが打設階に上がっているときに生コン車の入れ替えを行った。昼休み時には、一旦ホッパー内部をハイウオッシャーで洗浄し、剥離剤を塗布し閉塞を防止した。なお、打設開始時のポンプ配管内の先送りモルタルの廃棄と打設終了時の水送り時の生コンと水の廃棄はホッパーを使用し、打設階にて行った。

スラブコンクリート打設時は、PCa 化した外壁 ALC の基礎の下にコンクリートが確実に充填するように、バルコニー側から先行して打設した。

コンクリートスラブの湿潤養生としてアクリル樹脂エマルジョンの養生剤をコンクリート打設の均し作業と並行して散布した。また、柱部、TW 部の打ち継ぎ部は、打ち継ぎ部処理剤を同様に散布した。

冬期は打設階の下階の外周及び開口部廻りをブルーシートで覆い、ジェットヒーターにて夕方より夜半過ぎまで養生した。

6.3 圧縮強度試験結果

Fig.10 に呼び強度 60N/mm²(設計基準強度 60N/mm²、調合強度 72N/mm²)の圧縮試験結果を示す。若干全体の後半ではばらつきが大きかったが、全て呼び強度 60N/mm²を上回った。

7. おわりに

TW 工法を採用したことにより、従来のラーメン構造に比べ柱及び梁を減らすことができ、さらに、アウトフレーム工法の採用によって快適な居住空間が確保された。今回は、当社で初めて TW 工法を適用したが、施工の合理化を一層進めるための今後の課題として、

- ①TW の PCa 化
- ②柱梁仕口部の PCa 化
- ③逆梁のフル PCa 化
- ④TW の拘束域で鉄骨の仕口に大梁と壁版部横筋が定着する部分の簡略化
- ⑤TW 廻りのスラブ補強筋の簡略化

が考えられる。

謝辞

本プロジェクトにおいては品質管理委員会をはじめ、多くの方々のご指導・ご協力を頂きました。ここに改めて当プロジェクトに関わった方々に感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤玲佳 前川利雄 濱田真「連層耐震壁を用いた超高層RC造集合住宅の耐震設計 一動的応答特性を反映した構造部材断面の検定一」 熊谷組技術研究報告 第63号/2005.2

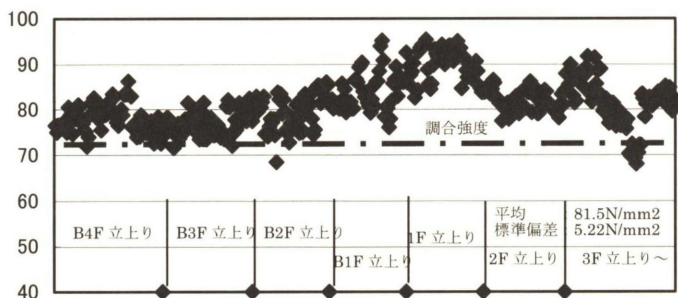


Fig. 10 圧縮強度試験結果

Construction of High-Rise RC Apartment Housing with Twin-Wall Structure

Toshiro KAWAGUCHI, Mutsuyoshi HISAMURA, Kazuhisa HONDA, Minoru ARAMOMI and Masao HARA

Abstract

Unique High-Rise seismic control system structure called “Twin-Wall structure” which is developed by our company is applied first in the 32-story high-rise RC apartment housing : New City Higashi-totsuka Center District A- Tower. Twin-Wall structure consists of multi-story shear wall and steel beam which connect these two walls at each story. For reducing construction period, pre-cast concrete members of column, beam and slab and unit consisting of steel members and steel bar of TW are used. With this new system, it takes 9 days for construction of one floor at standard floor. In this paper, mainly construction method for standard floor is reported

Keywords : High-rise RC apartment housing, Twin wall structure, Precast concrete, High strength concrete