

合理化工法を採用した高層RC造の施工報告

Rational Construction of High-rise RC Building

近藤 晴貞*
Harusada Kondo

笠原 作磨*
Sakuma Kasahara

要 約

近年、各地で再開発・大規模開発事業が活発に展開され、その中でシンボルタワーとして、あるいは土地の高度利用を目的として超高層集合住宅の需要が増加している。千葉県浦安市の明海地区（東京湾の埋立地）においても住宅・都市整備公団による大規模開発が実施され、そのうちの1つとして25階建の超高層集合住宅を当社で施工した。

当建物は“RC超高層検討委員会”で審査を受けた当社の技術に基づいて設計・施工されたものであり、施工に際しては各種の合理化工法を採用し、品質確保の点でも成果をあげている。本報では、躯体工事を中心としてその施工概要について報告する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 建物・設計概要
- § 3. 工事施工概要
- § 4. おわりに

部として地上25階建のRC造の超高層集合住宅を当社の設計・施工により建設している。その躯体施工に際しては、現状の労務状況、施工コストを考慮したうえで、各種の合理化工法を採用している。

本報では設計概要、躯体工事を中心とした工事概要、品質管理、今後の検討事項について報告する。

§ 1. はじめに

近年、超高層集合住宅の建設は設計技術および施工材料・技術の進歩によりその高層化が可能となり、盛んに建設されるようになった。超高層集合住宅の建物については、その居住性・施工コスト・工期等を考慮してRC造とするのが一般的となってきた。また、若年労働者・熟練労働者不足等の労務状況、品質管理、建物の特性による繰返し作業等の面から、その躯体施工においては各種の合理化工法が検討・実施されている。

千葉県浦安市の海岸の埋立地において住宅・都市整備公団による大規模な開発計画が実施され、そのうちの1

§ 2. 建物・設計概要

2-1 建物概要

建築工事名：浦安明海4BL1号棟（民間）建設工事
建築場所：千葉県浦安市明海6他

（図-1 案内図参照）

発注者：住宅・都市整備公団東京支社
設計者：西松建設株式会社一級建築士事務所
監理：西松建設株式会社一級建築士事務所
工事施工者：西松・日本国土建設工事共同企業体
契約工期：着工 平成4年7月17日

（内工期）：竣工 平成6年11月16日（28ヶ月）

構造：鉄筋コンクリート造

基礎：RC地中連壁杭（B=1,000, GL-50,000まで）

* 東京建築(支)公団浦安(出)

アースドリル掘底杭
($\phi=1.800\sim 2.800, GL-50.000$ まで)

- 階数：地上25階・塔屋1階
- 建築面積：966.27 m²
- 延床面積：18,722.20 m²
- 軒高：72.25 m
- 最高高：78.5 m
- 地下深度：GL-4.00 m
- 用途：共同住宅（分譲）144戸（2LDK～3LDK）

2-2 建物平面および断面

図-2に基準階平面図を、図-3に断面図を示す。建物は地下部はピット関係、1階は共用施設・機械室関係、2～25階は基準階（住戸）となっている。基準階は6住戸で構成され建物中心線を対称軸として3タイプの住戸が配置されている。また、外周部には避難通路を兼用する住戸バルコニーが4周に設けられている。各階の階高は梁下端からスラブ天端までを2,050mmとし、その寸法を基準に決定している。（ただし、1階および2階については別）

2-3 構造概要

- (1) 構造種別：鉄筋コンクリート純ラーメン構造
- (2) 使用材料（上部構造）

①コンクリート

普通コンクリート $F_c=420\sim 270\text{kgf/cm}^2$
($41.2\sim 26.5\text{N/mm}^2$)

スランプ：21cm，空気量：3%

スランプロス低減形高性能A E減水剤使用

②鉄筋

- 柱・大梁主筋：SD390 D25～D38
- フープ：SBPD1275/1420 U7.4～U13
(異形PC鋼棒)
- スターラップ：SD295A D13～D16
(閉鎖形スターラップ)
- 主筋継手：ネジスリーブグラウト工法

(3) 柱・梁基本配筋

柱・梁の基本配筋図を図-4に示す。ただし、柱芯鉄筋については偶柱で5階まで、側柱で2階まで、中柱はなしである。フープは中子筋一体形のスパイラルフープとしている。

(4) 構造部材の構成

各階におけるコンクリートの設計基準強度、柱・梁の断面寸法および柱・梁主筋径の構成を図-5に示す。

(5) 基礎

建物外周部：RC連続地中壁杭
B=1.000 GL-50.000まで



図-1 案内図

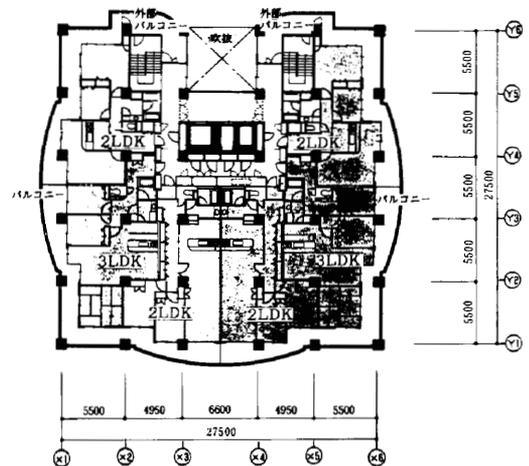


図-2 基準階平面図

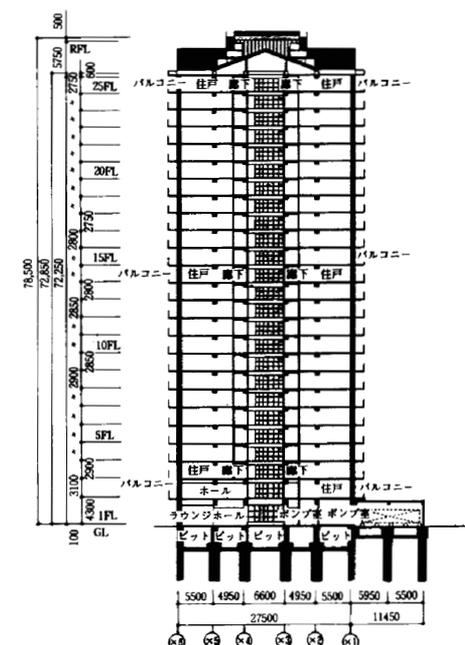


図-3 断面図

建物内部 : 場所打コンクリート拡底杭
 (アースドリル工法)
 $\phi = 1,800$ (拡底部2,800) GL-50.000まで

2-4 設備概要

特徴的な設備計画を次に示す。

(1) 機械設備

- 配管：サヤ管ヘッダー工法
- 居室換気：空調換気扇 (ロスナイ)
- 浴室換気：換気乾燥機
- 台所換気：レンジフード連動換気 (紛排一体形)
- 暖房：各戸別TES給湯暖房機
- 消火ポンプ：連結送水管用ブースターポンプ設置

(2) 電気設備

- 自火報：全階スポット式熱感知器主体 受信機R型
- PBX：団地内内線通話

§ 3. 工事施工概要

3-1 全体工程

表-1に全体実施工程を示す。当地は海岸の埋立地であり非常に風が強く、上部躯体施工時に風による作業不能日がかなり予測されたため、RC連壁杭の施工を当初工程では経済性を考慮して掘削機1台で検討していたが掘削機2台で施工することにより地下工事に要する工期を40日程度短縮し、上部躯体施工時の作業不能日に対処した。結果として、風等による作業不能日が25日程度あったにも拘わらず最終的には当初工程とおり工事を完成することができた。

3-2 工事基本計画

図-6に当工事で採用した躯体工事の施工の基本計画を示す。地上部躯体の施工に際しては、施工時点での労

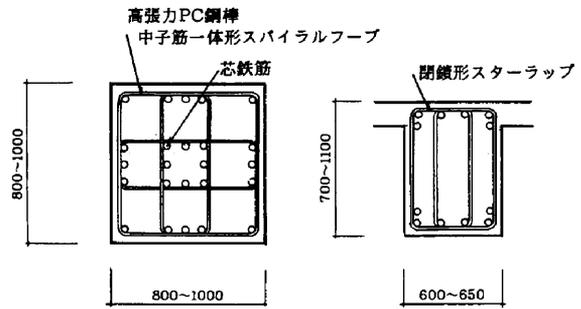
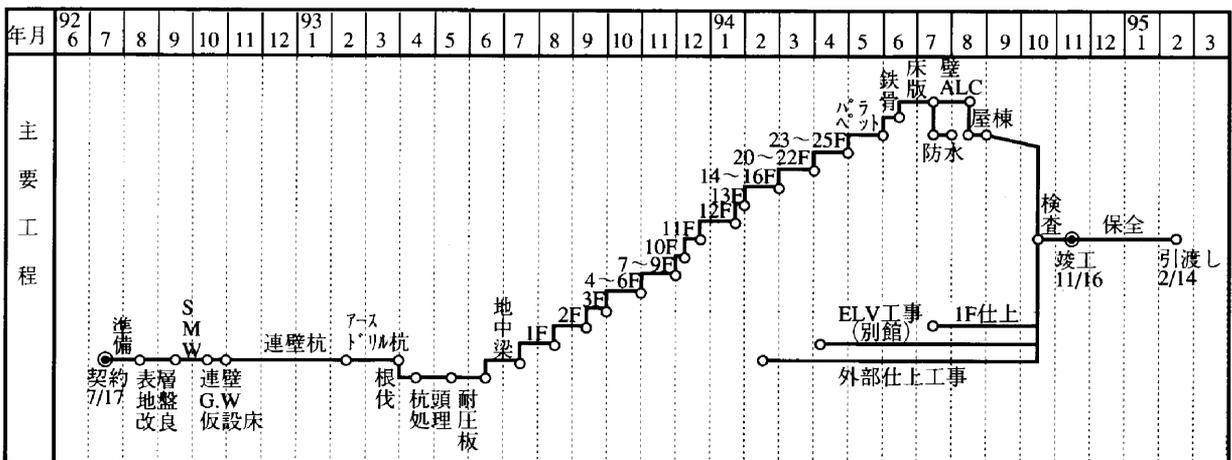


図-4 柱・梁基本配筋図

RFL	コンクリート (kg/m³)	主要部材断面			
		柱		梁	
		断面	主筋径	断面	主筋径
25FL 2750	Fc 270	900□	○25	600×700 (650)	○25
24FL			○29		○29
23FL	Fc 300	650□	○32	650×700 (650)	○32
22FL					
21FL	Fc 360	900□	○38	650×900 (750)	○35
20FL					
19FL	Fc 420	925□	○35	650×1100 (850)	○35
18FL					
17FL 2750	Fc 240				
16FL 2900					
15FL					
14FL					
13FL 2800/2250					
12FL 2850					
11FL					
10FL					
9FL 2650					
8FL 2900					
7FL					
6FL					
5FL					
4FL					
3FL 2900					
2FL 3100					
1FL 4300					
		100	3500		4000

図-5 構造部材構成

表-1 全体工程図



務状況・経済性を検討し、バルコニー床板および内部床板で薄肉PC板、それ以外のラーメン構造部材を現場打設のコンクリートとした。また、壁部材については外壁および共用部の壁をALC板、内部戸境壁を乾式戸境壁としている。以下に各工事の概要について述べる。

3-3 地下工事の概要

当建物の地下構造物は、杭基礎・耐圧板・地中梁のみである。杭基礎は当敷地の液状化対策を考慮して建物外周部がRC地中連壁杭、内部がアースドリル拡底杭であり杭の底面部はGL-50.0mである。また、耐圧板底面はGL-4.0mであり、掘削部周囲には十分な作業スペースを確保することができる。土質調査図を基に山留工法はSMW壁の自立法とし、頭継ぎを設置する。地下工事における資材揚重は全て掘削部周辺から施工し、掘削部内には作業用構台を設置しない。地下工事において重機作業が多いこと、地盤条件が悪いことを考慮して作業開始前に表層地盤の改良工事を行う。さらに、RC連壁杭施工前には、コンクリートを打設し、より有効な作業床を確保する。図-7に地下工事の施工順序および概要図を示す。

(1) 表層地盤改良工事

海岸の埋立地で地盤条件が悪いため重機作業における転倒防止を目的として、重機の作業半径内の地盤改良を行う。地盤改良は改良材を用いた攪拌方式とし、改良材の種別および使用量については事前に土質試料を採取し強度試験を実施してセメント系の改良材を100kg/m³使用することとした。なお、決定にあたっては使用重機の設定地圧を検討のうえ3kg/cm²を規準としている。

(2) SMW壁工事

SMW壁の機能に対する基本的な考え方は次に示す3点であり、それに基づいて施工方法を決定している。

- ①山留壁
- ②RC連壁杭施工時のガイドウォール
- ③RC連壁杭施工時の掘削孔の崩壊防止

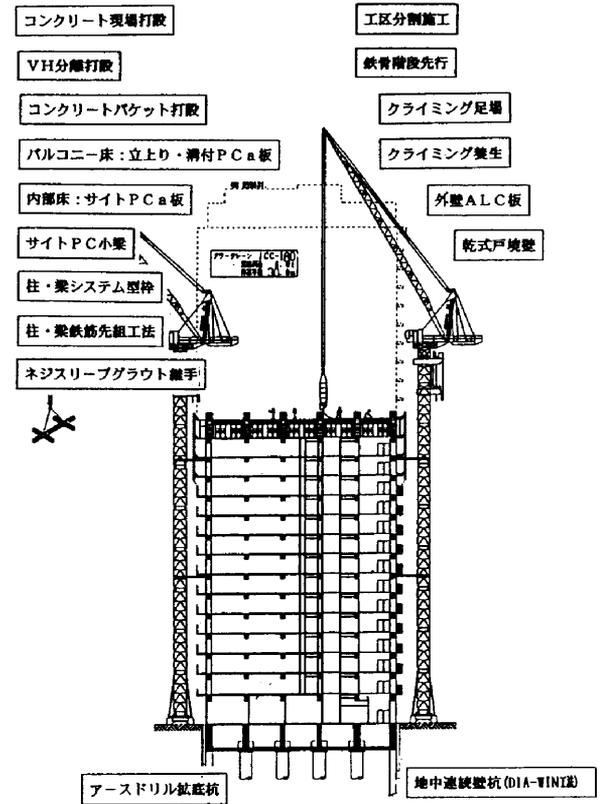


図-6 工事基本計画図

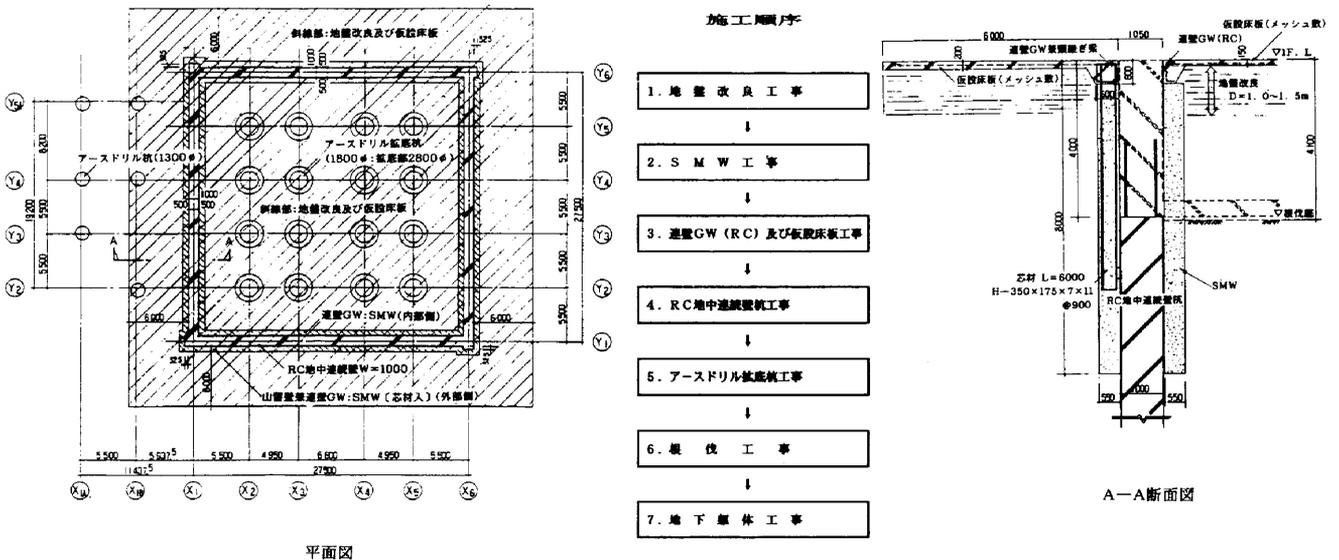


図-7 地下工事概要

(地下水位がGL-1.0 mと高いうえ、上部が砂質地盤であるため)

SMW壁はRC連壁杭の内・外部に施工し、最終的に山留壁となる外部側には芯材としてH鋼を入れている。また、しび施工深さについては土質状況からGL-80 mまでとしている。

(3) 山留頭継ぎおよび仮設床板工事

外部側のSMW壁を自立の山留壁とするため頭継ぎ用のRC梁を設け、連壁杭のガイドウォールを兼用させている。また、外部側の仮設床板をRC梁と一体化させ、頭継ぎの補助としている。内部側にはRCガイドウォールを設けると共に、杭施工時の作業能率の向上・作業の安全性の確保・施工精度の確保を目的としてコンクリートの仮設床板を施工している。なお、アースドリル杭の施工時には、必要最小限の部分について撤去している。

(4) RC連続壁杭工事

主要設計数量を以下に、エレメント割付図を図-8に示す。

- 壁厚(施工幅) : 1,040 (mm)
- 杭先端位置 : GL-50 (m)
- 杭天端位置 : GL-4 (m)
- エレメント数 : 20 個
- 総延長 : 111.4 (m)
- 施工面積 : 5,570 (m²)
- コンクリート量 : 5,329 (m³) (余盛分は除く)
- 鉄筋量 : 418 (t) (仕切鉄板は除く)
- シート面積 : 5,628 (m²)

施工は、日本建築センターの一般評定を取得している当社の工法(DAI-WIN工法)の設計施工基準にしたがい、掘削機を2台使用し行っている。また、先行後行タイプ共鉄筋質は3分割して製作し、建込みながらジョイントしている。

図-9に孔壁測定結果の1例を示す。測定結果より、孔壁の崩壊のない、建入精度も良好な掘削孔であることがわかる。

(5) 杭頭処理

RC連続壁杭の杭頭処理については、片側が山留壁で拘束されていること、壁の定着鉄筋が多数でいるため非常に困難な作業である。また、市街地における杭頭処理作業はその発生する騒音・振動により周辺環境におよぼす影響が非常に大きい。そこで技術研究所の協力を得て形状記憶合金を使用した杭頭処理を部分的に実施し、ある程度の成果を得ている。

3-4 上部躯体工事の概要

3-2の工事基本計画で示したように、上部躯体工事

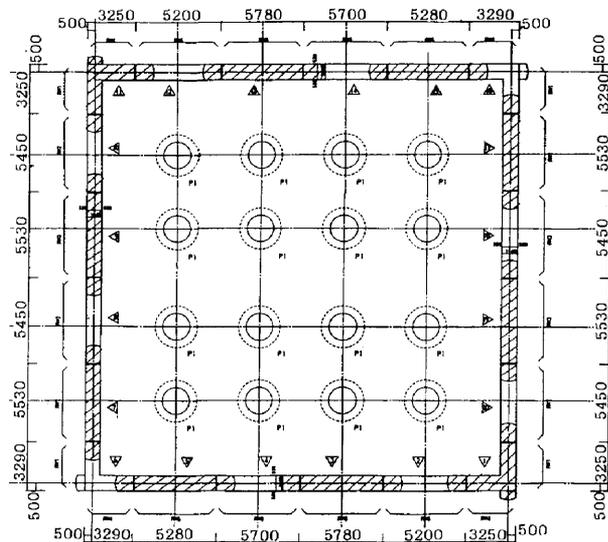


図-8 エレメント割付図

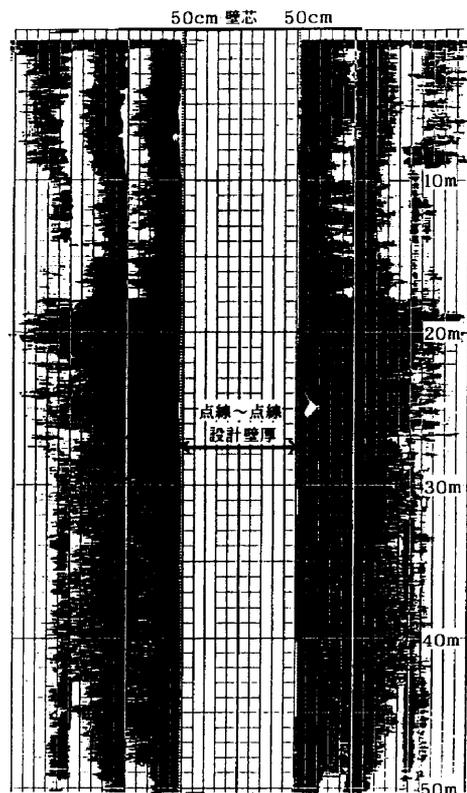


図-9 孔壁測定結果

に際してはその繰返し作業の特性を生かして各作業の合理化を進めている。結果的にはそれが品質の確保という点でも成果をあげている。以下に各工事の概要について述べる。

(1) サイクル工程

基準階躯体工事のサイクル工程を表-2に示す。建築工事においては作業の細分化が進み各工程段階に

表-2 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
先行工区	先行工区	コーナ足場 クライミング 墨出し	柱・梁型枠		養生エボト クライミング	床PC版	ハコニー PC版	スラブ上型枠 工事他	
	後行工区			柱CON			梁鉄筋 鉄筋 床鉄筋 設備配管		梁・床 CON
タワー クレーン1	先行工区	鷹		階段 CON	鷹	鷹	鉄筋 鷹 鉄筋 鷹	階段 鷹 鷹	
	後行工区	鷹	鉄筋 鷹 鉄筋 鷹	CON	鷹			CON	
タワー クレーン2	先行工区	大工	大工	鷹	鷹	鷹	鷹	鷹	鷹
	後行工区	脱型	脱型	脱型	脱型	脱型	脱型	脱型	脱型

おける作業員の出入が激しく管理を難しくしていると共に、各作業員の一日の仕事量が確保されず無駄を生じていることが多い。サイクル工程を検討するにあたっては、工期内で工事を完了させることは無論であるが、毎日、同じ作業員が従事し、一日分の仕事量を確保できるようにした。そのために次の3項目に特に重点をおいて検討している。

- ① 1フロアを2工区に分割し施工する。
- ② 従来の識別に捕われないで、各職間で移動可能な作業を選択し、調整する。
- ③ 高層建築工事においては、資材の揚重が各作業内容を支配するため、揚重設備の使用時間を調整する。

図-10に工区分割図を示す。型枠・鉄筋工事等をユニット化しているため、各職種によって分割位置は異なっている。サイクル工程に示すとおり各職共、毎日ほぼ一定の人数で作業を進められるようになっている。管理面の容易度、習熟効果による施工精度の向上・一日分の作業量確保による作業能率の向上等直接的な数字による表現は難しいが、作業の合理化に大いに貢献しているものと思われる。

(2) 総合仮設計画

揚重設備は躯体工事用としてタワークレーン(JCC-180)を2機、仕上工事用として高速リフト(2t昇降速度50m/min)を1基、人専用として仮設エレベーター(13人乗、昇降速度30m/min)を1基設置している。そ

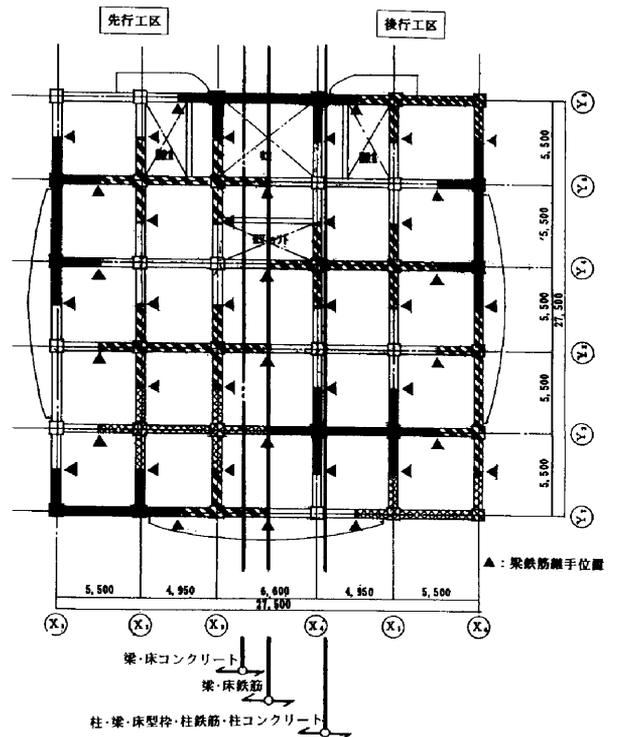


図-10 工区分割図

れぞれの運用方法については、タワークレーンは前述のサイクル工程のクレーン使用予定にしたがい、高速リフトは仕上工事におけるサイクル工程にしたがっている。また、仮設エレベーターの停止階は3フロアごととし、各



写真-1 ユニット足場クライミング

上下階へは隣接の鉄骨階段を使用するものとしている。タワークレーン、高速リフトにより作業場所への資材の搬入を管理することで作業工程を管理することができ、工程管理、作業環境の整備について非常に有効であった。

敷地内には、柱・梁鉄筋の先組用ヤード、薄肉DC板製作ヤードをタワークレーンとの関係を考慮し設置している。また、クローラークレーン(50tf)を1台配置し、地上での荷捌き、鉄筋先組用の揚重設備としている。

(3) 仮設工事

建物の平面計画に、4階部分はバルコニーがラマーンの内側にあり、その他の部分については跳出しバルコニーとなっている。4階部については(3フロア+手摺)分の高さのクライミング足場を設置し1フロア目で躯体工事、3フロア目で仕上工事を行う。その他の部分については無足場工法とし(3フロア+手摺)分のクライミング養生を設置する。足場・養生共躯体工事の進捗と共に1フロア分ずつクライミングを実施し、その後は安全ネットを張り飛散防止養生としている。躯体施工時の昇降設備は、常に鉄骨階段を穿孔で施工し、それをその用に供している。

(4) 型枠工事

柱・梁型枠共ユニット型枠としている。図-11に柱型枠、図-12に梁型枠を示す。柱型枠はアルミフレームとせき板を一体化させた4枚のパネルとスチールプレート加工の柱首部で構成する。梁型枠はスチールフレームとせき板を一体化させたパネルと支保工を一体化させ1ユニットとし、1つの梁を2ユニットで構成する。せき板は途中での交換を必要としないよう最終転用回数を考慮して柱は15mm、梁は12mmのコーティング合板を使用

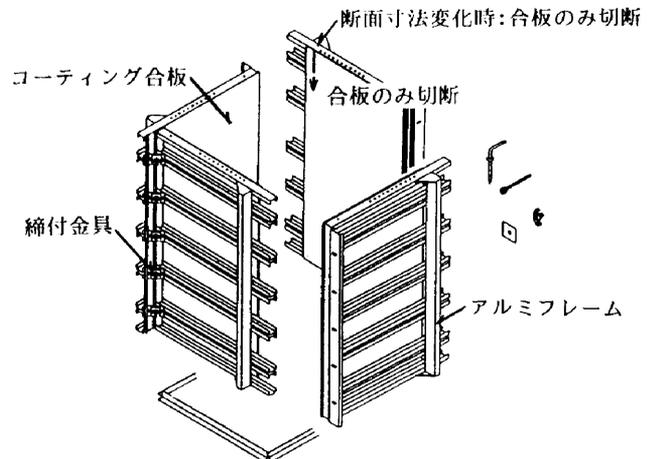
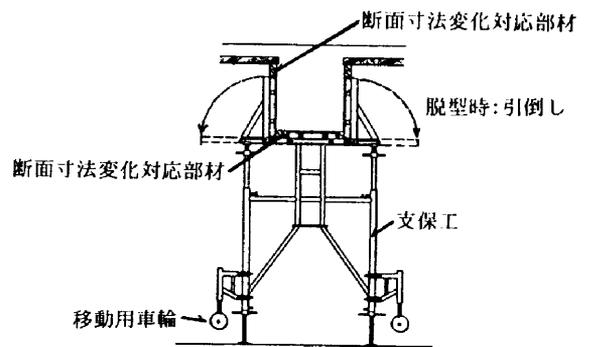


図-11 柱ユニット型枠



脱型時:ジャッキダウン

図-12 梁ユニット型枠

している。また、セパレーターを使用しないよう縮付はすべて外部から行う。断面寸法の変化に対してはあらかじめ組込んだ部材の撤去および合板のみの切断で対応できるようにしている。梁型枠の転用は移動車輪を利用し、そのままの状態での次の使用階へ転用できる。したがって、型枠脱型後次の仕上作業に移行するのが容易である。

梁型枠解体状況を写真-2に示す。



写真-2 梁型枠解体

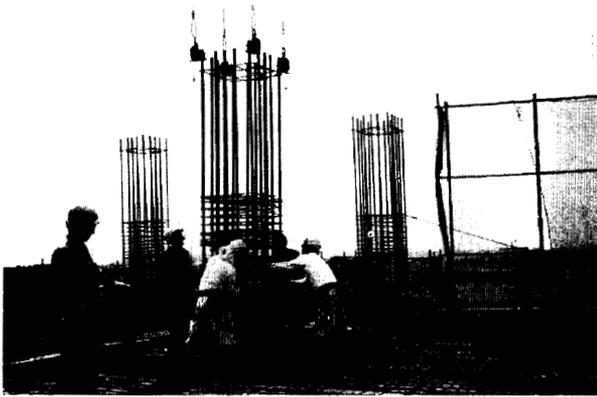


写真-3 柱鉄筋建込

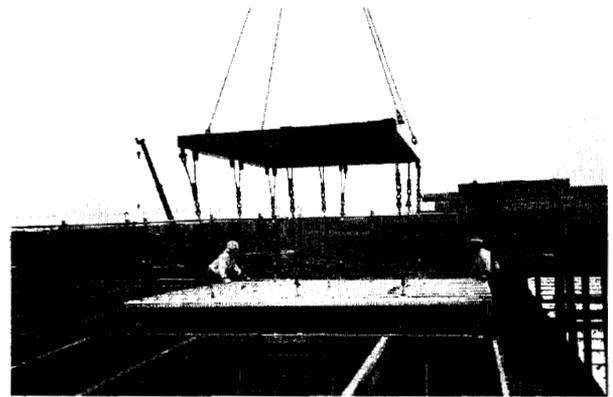


写真-5 内部床PC板敷込

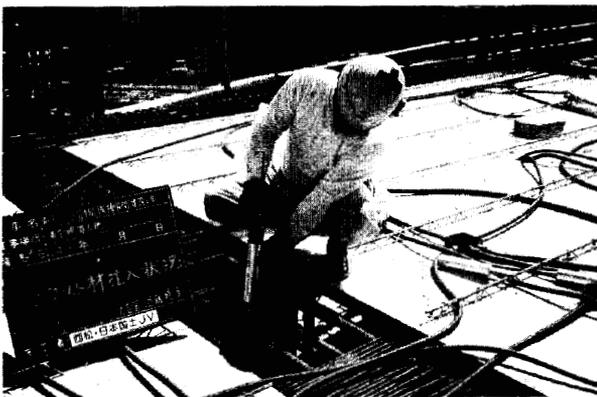


写真-4 梁鉄筋継手

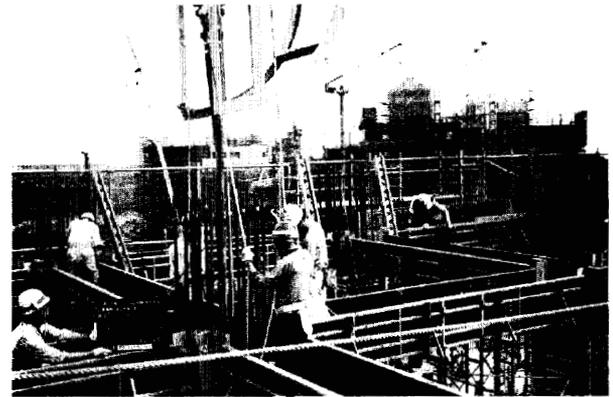


写真-6 柱コンクリート打設

(5) 鉄筋工事

柱・梁鉄筋とも先組工法とし(写真-3参照), 材料の切断・加工はすべて工場製作としている。梁ユニットの割付は鉄筋の運搬長さ, 工圧分割等を考慮して図-10に示すとおりとしている。主筋の継手は, 柱・梁共ネジスリーブグラウト工法を使用し(写真-4参照), 天候による影響の少ない, また, 比較的熟練工を必要としない工法としている。サイクル工程の検討から当現場では鉄筋工による施工としている。

(6) PC板工事

バルコニー床板・内部床板共薄肉PC板を使用している。住戸内天井の仕上げがクロス直貼であることや揚重回数を少なくすること等为目标として, 内部床板については現場製作とし, 1スパンを1枚とする大型床板としている(写真-5参照)。現場製作は, 1日を1サイクルとし躯体施工の1サイクルに合わせて必要量を製作できるよう製作ベッドの数を決定している。なお, コンクリートの配合決定においては, プレキャストコンクリートの規準にしたがっている。

(7) コンクリート工事

コンクリート打設は, パネルゾーンの密な配筋を考慮してVH分離打設とし, 柱コンクリート, 梁・床コンクリート共バケット打設としている(写真-6参照)。コンクリートの管理については現場内にコンクリート試験室を設置しNH-RC工法の管理規準にしたがい実施している。また, 生コン工場の選定にあたっては, 当地区において施工実績がないため, 十分な配慮をすると共に, 配合決定にあたっては, 試験配合→試験室における試し練り→実機を使用しての試し練り→配合決定, という各段階を踏まえ十分な時間をかけている。

§ 4. おわりに

今回の工事において各種の合理化工法を採用し, 品質面も含めて当初の期待とおりの結果を得ることができた。今後も更に検討を重ねると共に適在適時の工法を開発していくことが大切である。