

超高層 RC 造集合住宅の施工

(川口駅西口第一種市街地再開発事業 A 棟建設工事)

Construction of High-rise Reinforced Concrete Condominium
(Kawaguti Urban Renewal Project, "A" block)

橋本 勇喜*
Yuki Hashimoto

北川 利夫**
Toshio Kitagawa

要 約

本報告は、地上25階建 $F_c=420\text{kgf/cm}^2$ (41.2MPa) の高強度コンクリートを使用した、超高層 RC 造集合住宅 (川口再開発A棟) の施工について述べたものである。当工事では、超高層積層工法を採用し、設計段階から施工性を考慮して部材断面、配筋の統一化を図るとともに、躯体の品質を確保した。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 工事概要
- §3. 総合仮設計画
- §4. 工法概要
- §5. コンクリートの品質管理
- §6. おわりに
- §7. 謝辞

§1. はじめに

近年、首都圏を中心に各地で再開発事業がさかんに行われ、鉄筋コンクリート造 (以下 RC 造と略記) による超高層集合住宅が、数例建設されている。

このように、RC 造による高層化が普及した要因として、

- ①各種構造解析技術の向上による耐震性能の確認および計画段階からの施工性の考慮
- ②高強度鉄筋等、材料の開発
- ③高強度コンクリートの製造と、品質管理技術の向上

④組立鉄筋工法や大型型枠工法等の施工法の開発などがあげられる。

川口駅西口地区は、川口市および住宅・都市整備公団が一体となり、豊かな緑を介して産業と住居が見事に調和された「ガーデン・シティ」の創出を街づくりのコンセプトに再開発が大規模に進められている。

この中で、住宅・都市整備公団による超高層棟 A・D 棟のうち、A 棟は地上25階、戸数153戸、店舗約20の集合住宅である。鴻池・西松建設工事共同企業体の施工により、現在仕上工事も完了し入居日を待つのみとなっている。

本報告では、当建物の施工法、高強度コンクリートの品質管理等について報告する。

§2. 工事概要

工事名称：川口駅西口第一種市街地再開発事業
A 棟建設工事

工事場所：埼玉県川口市川口3丁目他

企業先：住宅・都市整備公団関東支社

設計監理：鴻池・西松建設工事共同企業体

施工：鴻池・西松建設工事共同企業体

工期：平成元年3月1日～平成3年10月15日

敷地面積：10013.65m² (1街区)

*東京建築(支)川口駅西口再開発(出)工事係長

**東京建築(支)川口駅西口再開発(出)

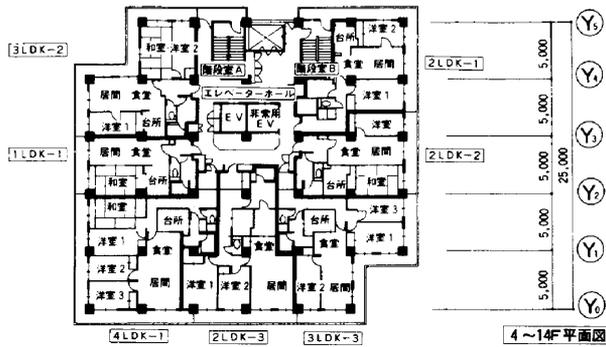


Fig.1 基準階平面図

建築面積：1486.39㎡
 延床面積：17923.95㎡
 階数：地下1階，地上25階，塔屋2階
 軒高：GL+75.95m
 最高部高さ：GL+81.96m
 用途：共同住宅153戸（一部店舗）
 構造：基礎（リバース杭，1.400φ～2.500φ）
 上部場所打鋼管コンクリート杭（NKTB杭）
 下部場所打鉄筋コンクリート杭
 深さ L=33.45m
 （低層部：アースドリル杭，L=42.0m）

上部構造：RC造（純ラーメン構造）
 コンクリート

$F_c = 270 \text{ kgf/cm}^2$ (26.5MPa) (基礎)
 $F_c = 420 \text{ kgf/cm}^2$ (41.2MPa) (B1壁～4F床)
 $F_c = 390 \text{ kgf/cm}^2$ (38.2MPa) (4F柱～9F床)
 $F_c = 330 \text{ kgf/cm}^2$ (32.3MPa) (9F柱～19F床)
 $F_c = 270 \text{ kgf/cm}^2$ (26.5MPa) (19F柱～RF)
 鉄筋

SD40/D35～SD30A/D10

基準階平面図を Fig. 1，断面図を Fig. 2 に示す。

§ 3 . 総合仮設計画

Fig. 3 に総合仮設計画図を示す。当建物敷地は超高層RC造を施工するには狭く，隣接建物（B棟，C棟）の着工が間近であったにもかかわらず，当初計画通りタワークレーンを西側，東側に2基（OTA-210N）を配置した。そして，クレーンと工事事務所をコンピューターで結ぶ「クレーン総合管理・稼働システム」の導入により稼働管理，安全管理を行った。仕上材の揚重にはロングスパンエレベータ（MLF112型），作業員昇降用人荷エレベータ（HCE-1000B）を設置した。

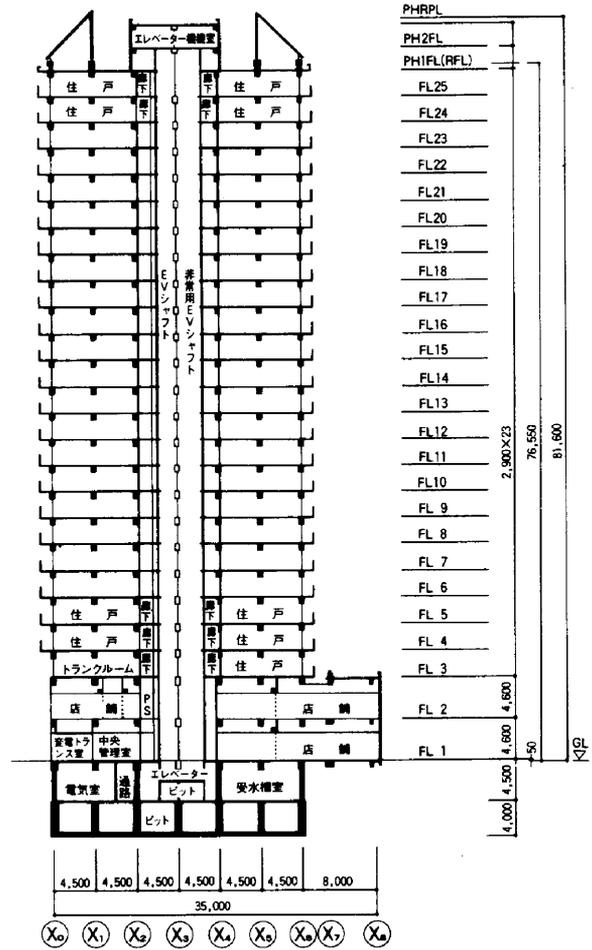


Fig.2 断面図

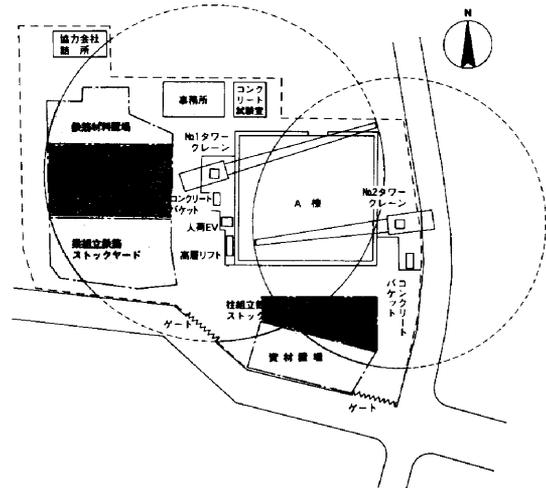


Fig.3 総合仮設計画

§ 4 . 工法概要

本工事で採用した工法は以下のとおりである。

①柱・梁鉄筋とも先組鉄筋とする。

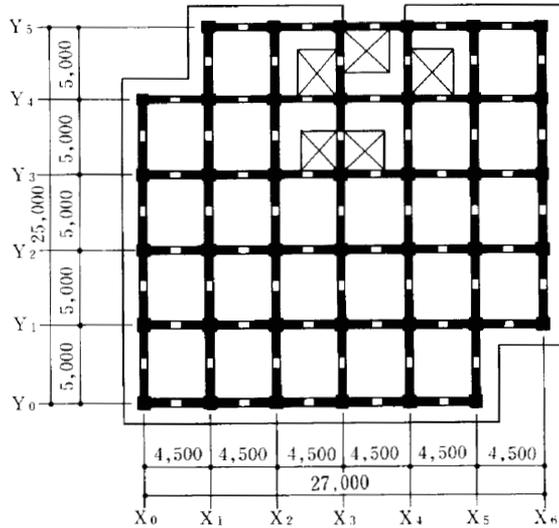


Fig.6 梁ユニット分割図

4-2 鉄筋工事

柱鉄筋は1フロア分を1ユニットとした先組鉄筋、柱フープについては、Fig. 4 のように4組のウルボンスパイラルからなるラップスパイラルフープとし、より剪断に有効に働く設計となっている。

梁鉄筋は Fig. 6 に示すユニットに分割した先組鉄筋とする。スターラップもフープと同様にウルボンスパイラルを使用した。スラブ上、下端筋はメッシュ筋を使用し工程の短縮を図った。柱・梁主筋の継手は継手性能判定基準でA級継手の評定を得ているねじ継手（グラウト方式）とした。グラウト工法の特長として、常に性能の安定した継手施工が可能であり、かつ、検査、確認も目視で容易にできるということがあり、工事中の鉄筋継手の抜き取り検査が工事着工前に強度試験を実施して確認しておくことで、省略できた。

また、天候に左右されず、1日400箇所の継手作業ができるため、工期短縮、省力化ができた。

4-3 型枠工事

Photo 4 に柱、Fig. 7 に梁ユニット型枠を示す。柱型枠は8枚のパネルで構成する。パネルは堅木と合板で構成され、コーナー金具で外部より締付ける形式となっている。梁・床型枠はアルミ製トラス支保工に梁型枠とスラブ型枠を一体的に組み上げた大型梁スラブ型枠システムである。型枠の脱型時期はコンクリート強度により決定し、柱は100kgf/cm²(9.8MPa)以上、梁は210kgf/cm²(20.6MPa)以上とした。柱型枠は8枚のパネルのみを先行して解体し、型枠ストックヤードに集積する。梁・床型枠は油圧ジャッキを所定の4ヶ所にセットし、ハンドルをゆっくり操作して、静かに下降させ移動用コロに

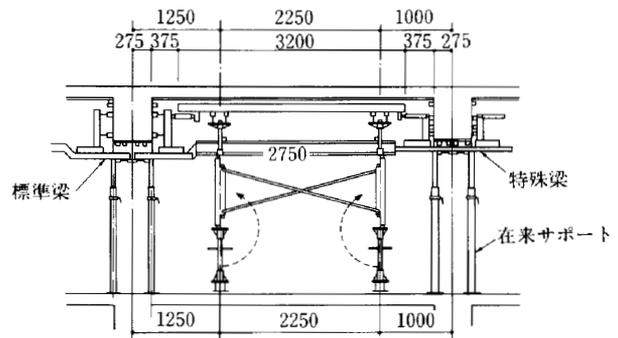
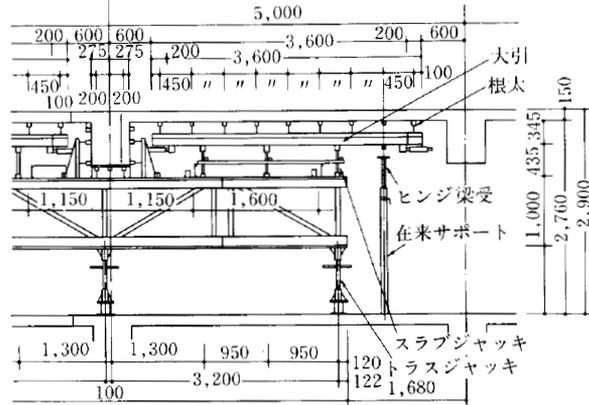


Fig.7 梁ユニット型枠

着地させる。次に、タワークレーンと電動チェーンブロックにより、その階より引き出し、上階に盛替える。以上脱型・転用を考慮して柱パネル、梁・スラブ型枠は2フロア分を用意した。したがって、柱パネルおよび梁・スラブ型枠の合板は12回転用に耐える材料として厚さ15mmのコーティング合板を使用した。

4-4 コンクリート工事

従来のような柱・梁を一体打設するとパネルゾーンにおける配筋が高密度となるため、柱コンクリートの品質を確保することが困難である。そこで柱コンクリートを梁下で止め、梁鉄筋、スラブ筋施工後、梁・スラブを2.5m²のバケットにフレキシブルホースを取付けて2台のタワークレーンにより分離打設した。

4-5 施工順序

Fig. 8 に施工順序を示す。

4-6 施工記録写真

Photo 1~Photo 10 に施工写真を示す。

4-7 工程計画

前述の様なさまざまな工法の採用によりサイクル工程8日の工程計画が可能となった。Fig. 9 に全体工程表を、Fig. 10 にサイクル工程表を示す。

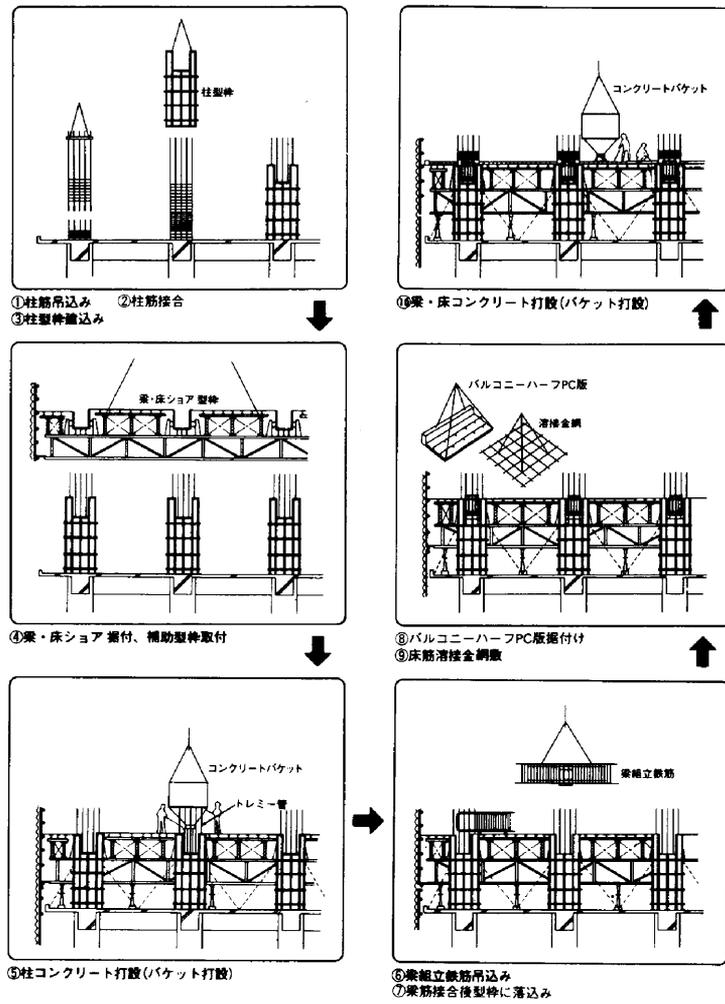


Fig.8 施工順序

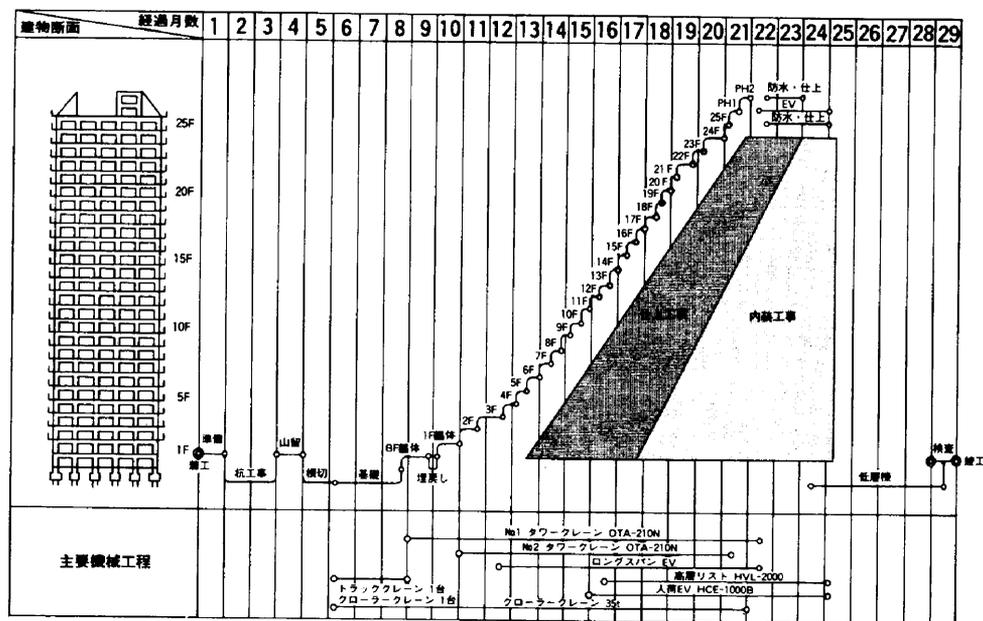


Fig.9 全体工程表

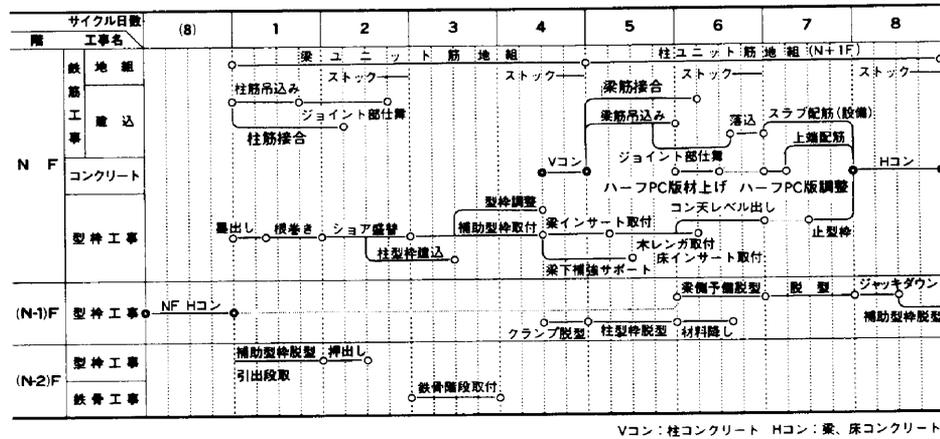


Fig.10 サイクル工程表

§5. コンクリートの品質管理

高強度コンクリートの施工にあたっては、通常強度のコンクリートに比べ、より厳しい品質管理を行う必要がある。このため当工事では品質管理フローを定め、製造・荷卸し・打込みなど工事全般にわたる厳しい管理を実施した。特に、生コン工事でのコンクリート製造時には、細骨材の表面水量を1バッチごとに自動測定して単位水量を管理し、品質の安定に努めた。また、現場内に品質管理試験室を設け、強度試験や各種試験を随時実施して、品質変化に迅速に対応できる体制を整えた。

(1) フレコンボードシステム

通常、フレッシュコンクリートの品質管理試験のデータ処理は、①野帳もしくはデータシートへの記入、②黒板に記入したのち写真撮影、③パソコンへの入力、といった手順で行われている。このシステムでは、試験場所で Photo 9 に示すフレコンボードにデータを入力し、表示・写真撮影を行うとともに RAM カードに記憶させた。さらに、得られたデータはこのカードを介して一括してパソコンに入力された。

(2) 集計・分析システム

Table 1 コンクリートの品質管理基準

試験項目	試験方法	試験回数		判定基準	処置	備考
		$F_c = 330 \sim 240$	$F_c = 420, 390$			
試料採取	JIS A 1115	—	—	—	—	—
ワーカビリティ及びフレッシュコンクリートの状態	目視	生コン車全車	生コン車全車	ワーカビリティが良いこと品質が均一で安定していること	—	不良の場合他の試験と合わせ品質確認
スランプ	JIS A 1101	100㎡又はその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき	生コン車5台に1回及び品質変化が認められたとき	$18 \pm 2.5\text{cm}$	返却	打設管理表 x-R管理図 工程能力指数
空気量	JIS A 1116 JIS A 1118 JIS A 1128	100㎡又はその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき、ただし上部躯体の柱は2回以上、梁床は3回以上	同上	$4 \pm 1\%$ ($F_c 420, 390$ は $3 \pm 1\%$)	”	同上
コンクリート温度	棒状温度計による	※	同上	35°C 以下	”	同上
水セメント比	建築学会の早期迅速試験方法(比重計法)	100㎡またはその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき	100㎡またはその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき	調合のw/cの4%以内	”	市販のw/c測定装置使用
塩化物量	JASS5T-502	100㎡またはその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき	100㎡またはその端数ごとに1回以上及び品質変化が認められたとき	CI-で $200\text{g}/\text{m}^3$ 以下	”	打設管理表
練り混ぜてから打込み終了までの時間の限度	備考参照	生コン車全車	生コン車全車	外気温 25°C 未満90分 外気温 25°C 以上60分	”	同上

※スランプについては初めの5台(休憩後も同様)については全車行う。

パソコンに入力されたフレコンボードからのデータや、強度試験結果などを、統計的な手法を活用して、データ集計表を作成し、品質管理状況をチェックする。

5-1 コンクリートの品質管理規準

当工事におけるコンクリートの品質管理規準をTable 1 に示す。通常強度のコンクリートの場合より検査頻度が高くなっている。フレッシュコンクリートの試験は、スランプおよび空気量について、朝、昼打設開始直後の5台およびその後は5台おきに実施した。

強度管理は、レディーミクストコンクリート、構造体コンクリートおよび型枠脱型時について行った。レディーミクストコンクリートの強度試験は標準水中養生供試体の材令7、28日で行い、構造体コンクリートについても同じく現場水中養生供試体の材令7、28日で行った。

また、構造体コンクリートの強度管理材令は28日であるが、予備に作製した封緘養生供試体により材令28日以

降の強度発現についても確認した(材令91日)。現場水中養生温度は、自動温度記録計により計測した。

5-2 コンクリートの水量管理

コンクリートの製造時における品質管理で最も重要な事は、単位水量のコントロールである。特に、細骨材の表面水量は単位水量の一部となるので、表面水の変動的に捉え、調合補正を適切に行う必要がある。

当工事では、赤外線反射型3波長方式の水分計を生コン工場に設置して、コンクリートの製造時の細骨材の表面水量を測定・管理した。また、現場においては水セメント比測定装置を設置し、調合計画どおりのコンクリートである事を確認した。

Table 2 にコンクリートの調合表を示す。また、Table 3 に構造体コンクリートの圧縮強度試験結果を、Fig.1.1 に強度管理グラフを示す。

Table 2 コンクリートの調合

設計基準強度 (kgf/cm ²)	気温による強度補正值 (kgf/cm ²)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)					打設箇所	備考
				W	C	S	G	AD(C×%)		
270	0	53.5	44.5	170	318	802	1017	1.5	耐圧版、基礎A、基礎B	山砂：砕砂の混合比率4：6
420	0	40.5	42.4	170	420	739	1021	1.5	地中梁A、地中梁B、B1床	同上
	30	38.5	41.0	170	442	707	1035	1.5~1.7	B1V、B1H	同上
	45	37.5	40.4	170	453	692	1043		1FV、1FH、2FV1、2FV2	同上
390	60	36.5	39.9	170	466	681	1043	2.0	2FH、3FV、3FH	山砂：砕砂の混合比率3：7に変更
	45	39.5	41.7	170	430	723	1029	2.0~2.1	4FV、4FH、5FV、5FH、6FV	同上
330	30	40.5	42.4	170	420	739	1021	1.9	6FH、7FV、7FH、8FV、8FH	同上
	15	44.0	42.7	170	387	745	1017	1.8	9FV	
	0	45.5	43.1	170	374	755	1017	1.7	9FH、10FV、10FH	
								1.7	11FV、11FH	同上
								1.6	12FV	
								1.7	12FH、13FV	山砂：砕砂の混合比率4：6に変更
								1.7~1.9	13FH	
								1.8	14FV	
								1.8~1.9	14FH	
								1.9	15FV、15FH、16FV、16FH、17FV、17FH、18FV	山砂：砕砂の混合比率4：6に設定
270	0	53.5	44.5	170	318	802	1017	1.85、1.9	18FH	
								1.6~1.8	19FV	
	15	52.0	44.3	170	327	794	1017	1.8	19FH、20FV、20FH、21FV	同上
	0	53.5	44.5	170	318	802	1017	1.8	21FH	同上
								1.8	22FV、22FH、23FV、23FH、24FV	同上
240	15	52.0	44.3	170	327	794	1017	1.8	24FH、25FV、25FH	同上
	30	53.5	44.5	170	318	802	1017	1.8	P1F、P2F	同上

Table 3 構造体コンクリートの圧縮強度試験結果

設計基準強度 (kgf/cm ²)	指定強度 (kgf/cm ²)	調合強度 (kgf/cm ²)	材令7日				材令28日					材令91日			
			現場水中養生								現場封緘養生				
			平均値 (kgf/cm ²)	標準偏差 (kgf/cm ²)	変動係数 (%)	供試体本数	平均値 (kgf/cm ²)	標準偏差 (kgf/cm ²)	変動係数 (%)	不良率 (%)	供試体本数	平均値 (kgf/cm ²)	標準偏差 (kgf/cm ²)	変動係数 (%)	供試体本数
420	480	568	296	12.0	4.1	15	546	28.9	5.3	0.00	24	646	30.9	4.8	24
	465	553	353	21.4	6.1	27	546	32.7	6.0	0.00	27	604	34.4	5.7	27
	450	538	385	—	—	12	499	—	—	—	12	536	—	—	12
390	435	523	308	27.3	8.9	36	527	30.0	5.7	0.00	36	608	35.5	5.8	36
	420	508	316	18.8	5.9	39	509	27.9	5.5	0.00	39	561	36.1	6.4	39
330	360	448	295	—	—	6	421	—	—	—	6	467	—	—	6
	345	425	274	17.0	6.2	24	417	19.7	4.7	0.00	24	434	17.3	4.0	24
	330	410	314	23.6	7.5	120	411	24.7	6.0	0.05	120	426	24.2	5.7	120
270	285	355	284	14.7	5.2	33	370	28.9	7.8	0.03	33	399	32.7	8.2	33
	270	340	261	19.0	7.3	63	338	23.3	6.9	0.18	72	362	24.4	6.7	72

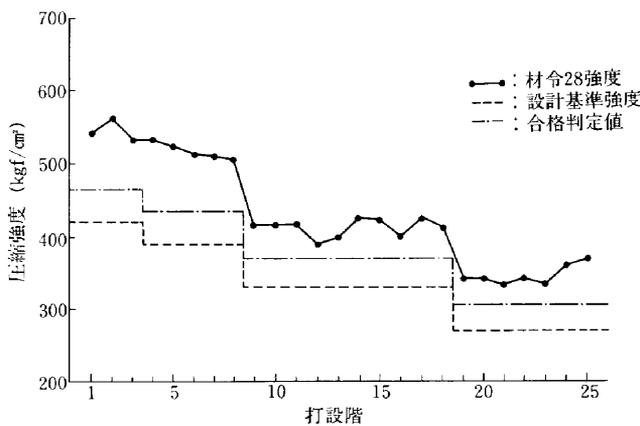


Fig.11 構造体コンクリートの強度管理グラフ (現場水中養生)

§7. 謝辞

本報告をまとめるにあたり、各種資料を提供して頂いた鴻池組の若泉副部長、技術研究所の芝池主任をはじめ現場の皆様に感謝し、ここに謝意を表します。



Photo 1 現場全景

§6. おわりに

今回、25階建超高層 RC 造集合住宅の施工において、高品質の躯体を得るとともに厳しい条件下で8日サイクル工程を達成することができた。

今後さらに高品質の確保、省力化、工期およびコストダウンを達成するためには

- ①安全性を含めた設計段階からの施工性の配慮
- ②PC化等、プレハブ化の推進
- ③揚重機の複数使用および作業の機械化、改良
- ④鉄筋、型枠等の地組、ユニット化
- ⑤パソコン等の使用による生コンクリート品質管理手法の検討

等が積極的に行われなければならないと考えられる。

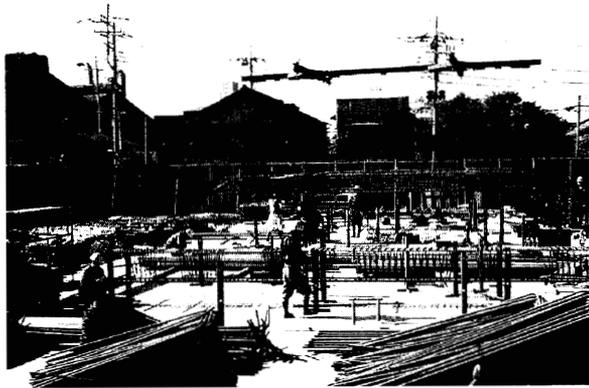


Photo 2 梁鉄筋地組状況



Photo 5 大型型枠盛替状況

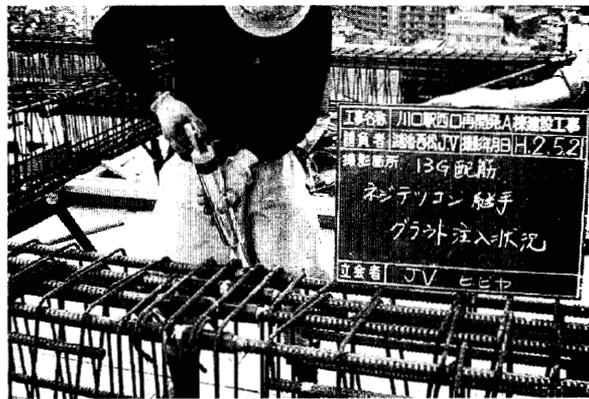


Photo 3 機械式継手グラウト注入状況

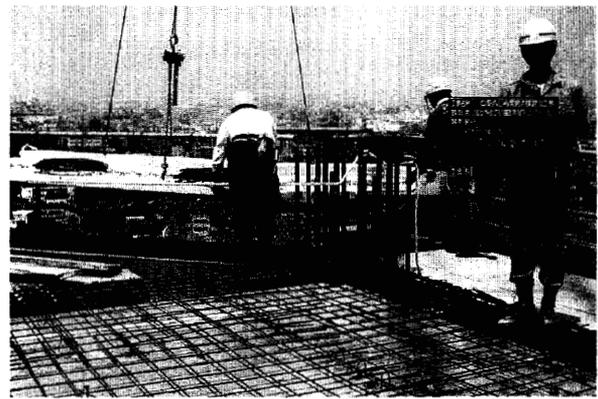


Photo 6 薄肉PC版据付状況



Photo 4 柱型枠建込状況

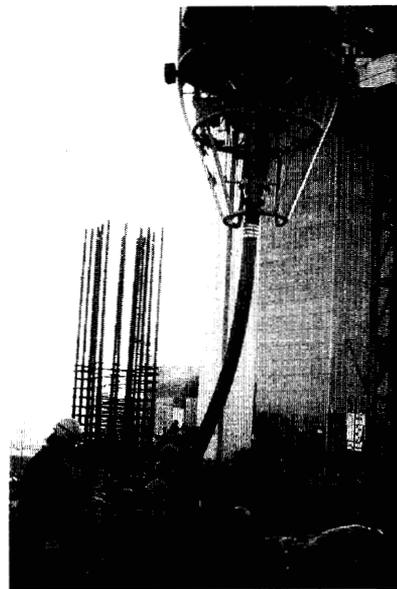


Photo 7 生コンクリート打設状況

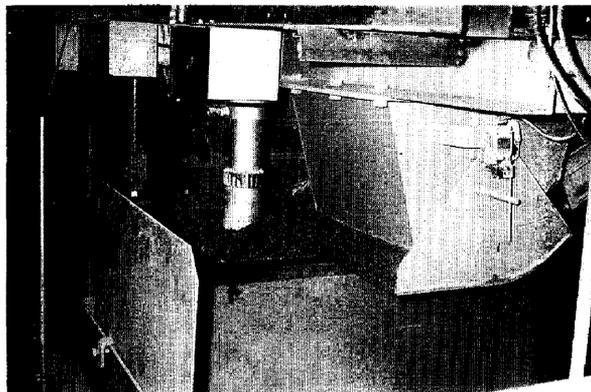


Photo 8 生コン工場設置赤外線水分測定器

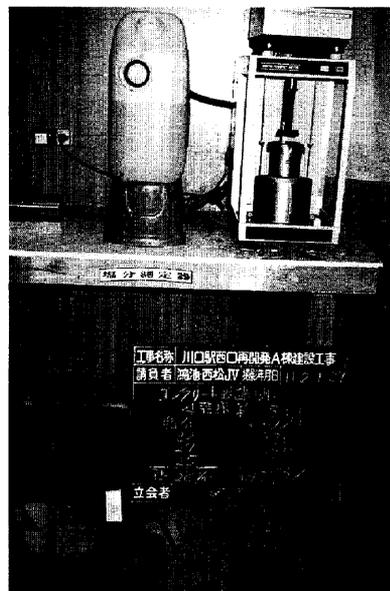


Photo 10 生コン試験室水セメント比測定状況

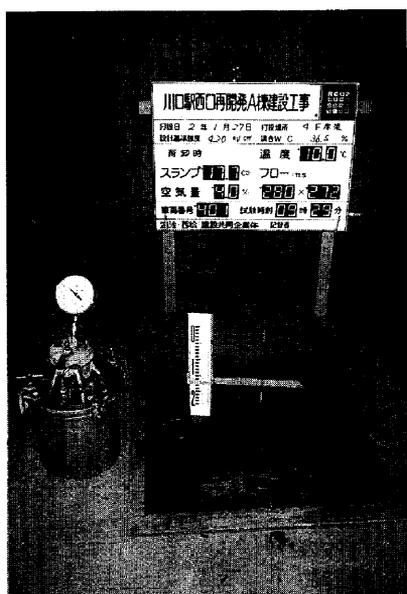


Photo 9 フレコンボード使用生コン現場試験