

高層集合住宅における新しい構法

—ASTMグループの提案—

株式会社竹中工務店 山 中 孔

1. まえがき

建設省が昭和45年以来実施してきたパイロットプロジェクトシリーズの第2弾として、一昨年から昨年にかけて、「工業化工法による芦屋浜高層住宅プロジェクト提案競技」が行なわれた。新日本製鐵、竹中工務店、松下電工、松下興産および高砂熱学工業で構成するASTMグループの提案が22企業連合（25提案）の中から一位に選ばれ、本年10月着工を目指して現在諸準備が行なわれつつある。

この提案は現在までの所あくまで計画案であって、実施に当っては細部に多少の変更が加えられる可能性はあるが、「建築における新しい構法」という与えられた題名にふさわしい内容をもつと思われるので、以下にその概要を紹介したい。尚、提案の内容は地区計画、設備計画、一般構造、構造、価格、工場、品質管理、施工、輸送、管理、企業および法規にわたる膨大なものであり、与えられた紙数ではとても紹介し切れないので、ここでは計画の概要のほか、主として構法および施工法について述べる。計画概要、地区計画、建築計画、設備計画および防災計画の詳細については「季刊カラムNo.50」（昭和49年1月1日、新日本製鐵株式会社発行）に紹介されているので参照して戴ければ幸いである。

2. 計画の概要

提案競技の対象計画地区は芦屋市南部の海浜埋立地125.55haの中の20.1aの高層住宅ゾーンであって、新開発の1住区および2住区の夫々

一部を占める。ASTMグループの提案した配置計画図を図-1に示す。

建設主体は公営、公社、公団AおよびB、民間AおよびBであって、各建設主体別の階数、棟数、標準グリッド、面積および全戸数を一覧表にして表-1に示す。また、階数の構成は図-2に示す通りである。

住戸階および共用階の平面図の一例は図-3の通りで、各住戸の平面詳細図を図-4～8に示す。

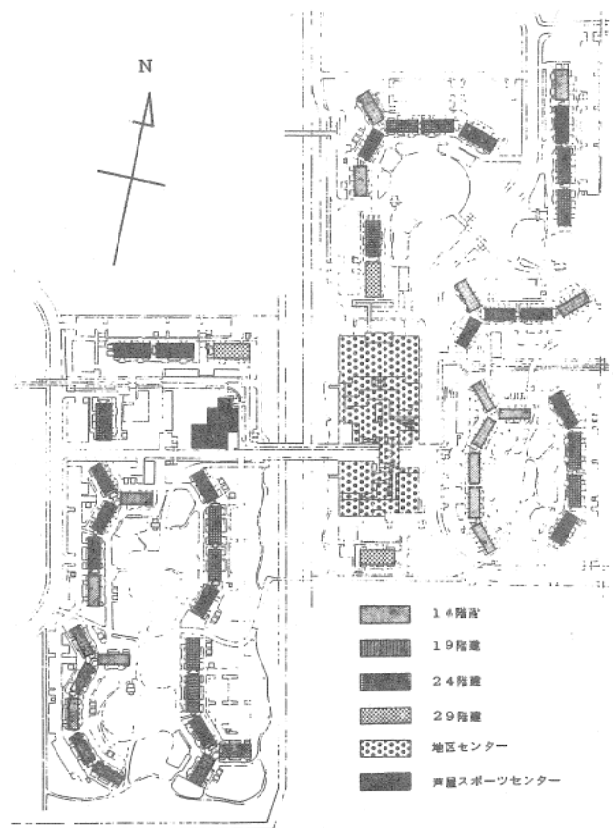


図-1 配置計画図

建設主体	階数 (階)	棟数 (棟)	住戸占有面積 に対する 標準グリッド ($G=0.9m$)	同左 面積 (m^2) (バルコニーを除く)	全戸数 (戸)
公 営	14	12	$6G \times 10G$	48.6	596
公 社	14	4	6×12	58.3	199
	19	6	6×12	58.3	396
公団A	14	5	6×13	63.1	249
	19	5	6×13	63.1	330
	24	5	6×13	63.1	414
公団B	19	4	7×13	73.7	266
	24	4	7×13	73.7	332
民間A	19	2	7×14	79.4	133
民間B	24	2	7×15	85.1	168
	29	3	7×15	85.1	302
全棟数および全戸数		52			3,385

注 1棟単位は4戸/Floor

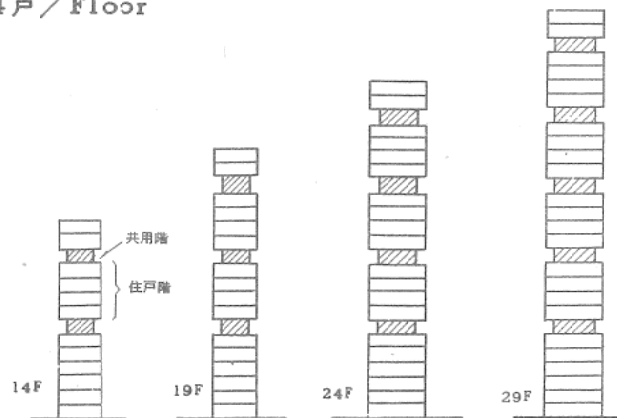


図-2 階数の構成



図-3 住戸階および共用階平面図 (公営14Fタイプ)

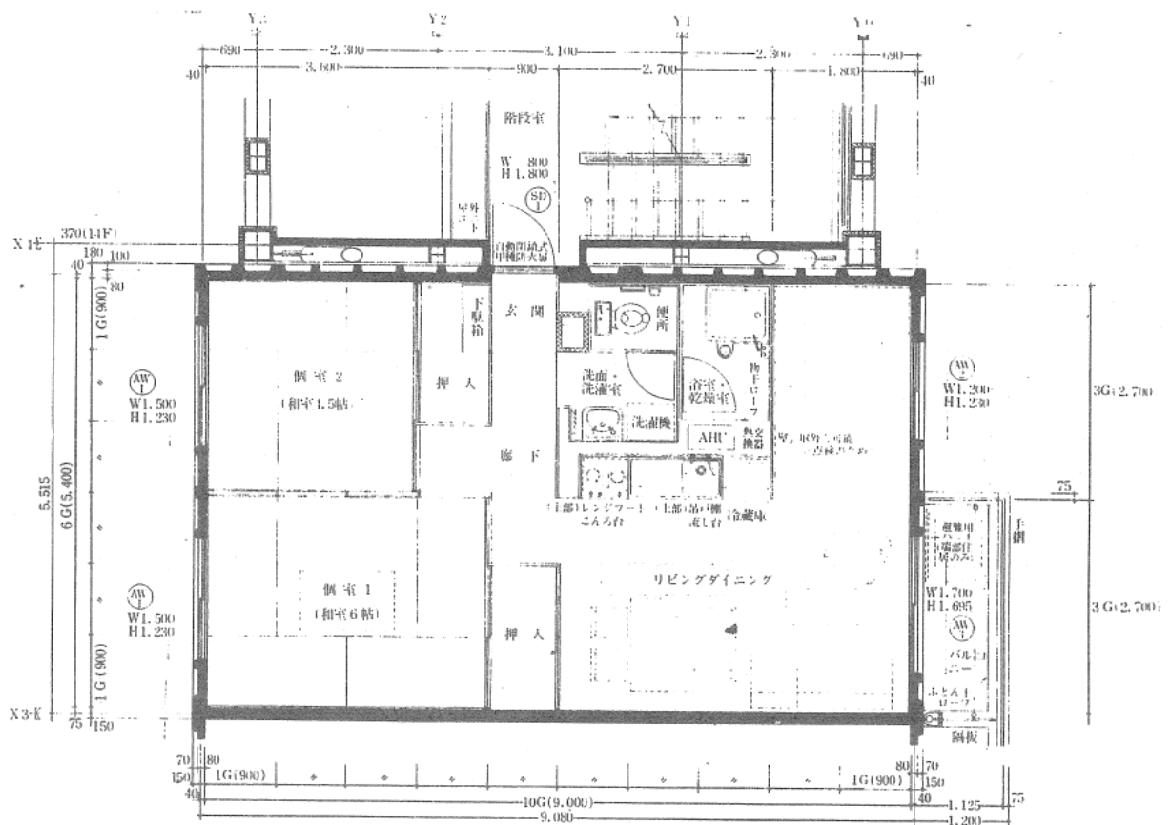


図-4 住戸平面詳細図 (公営)

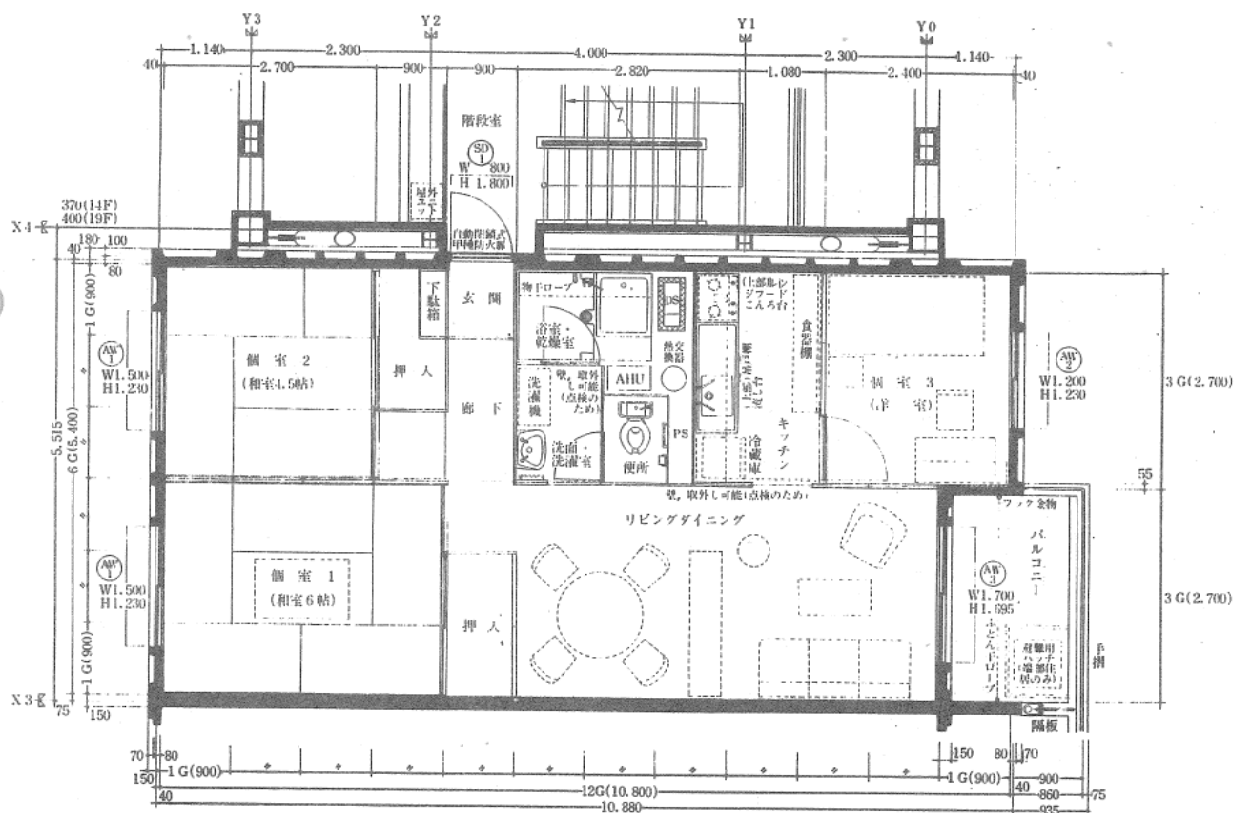


図-5 住戸平面詳細図 (公社)

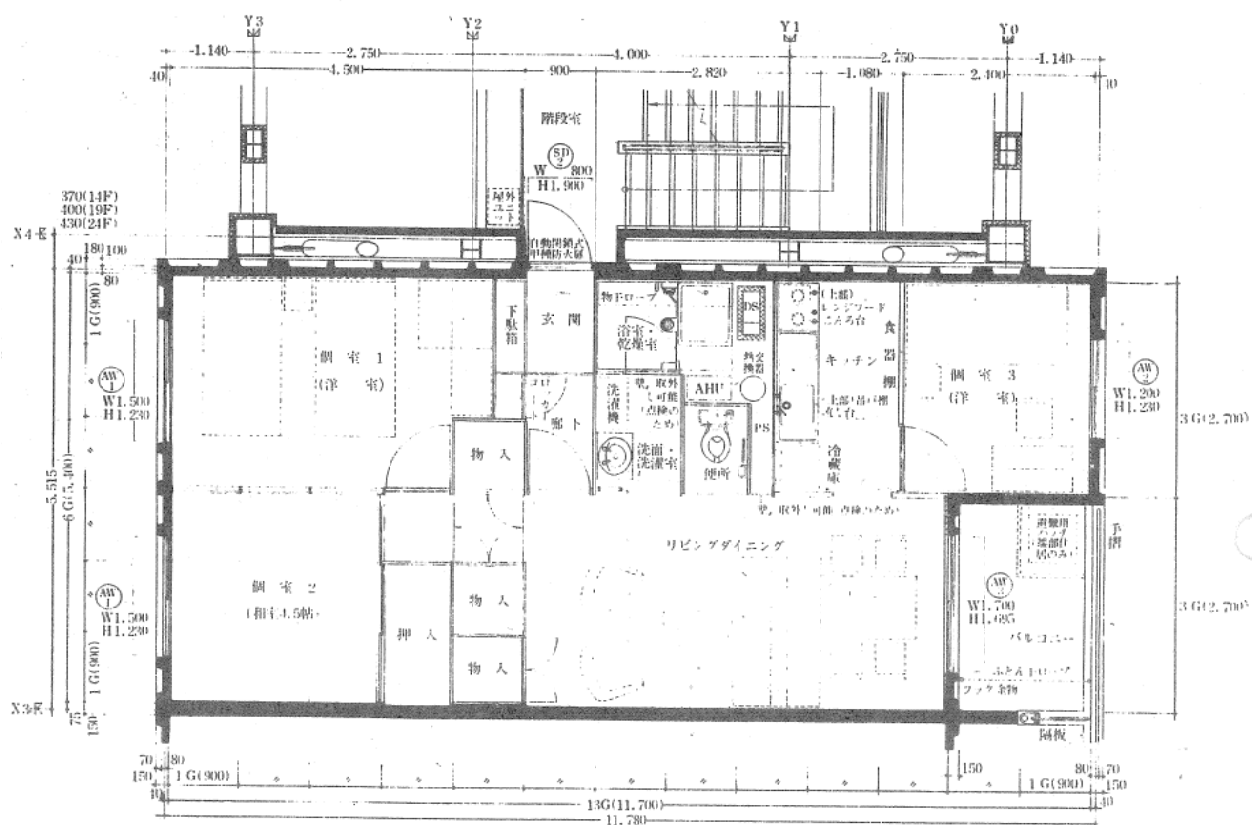


図-6 住戸平面詳細図 (公団A)

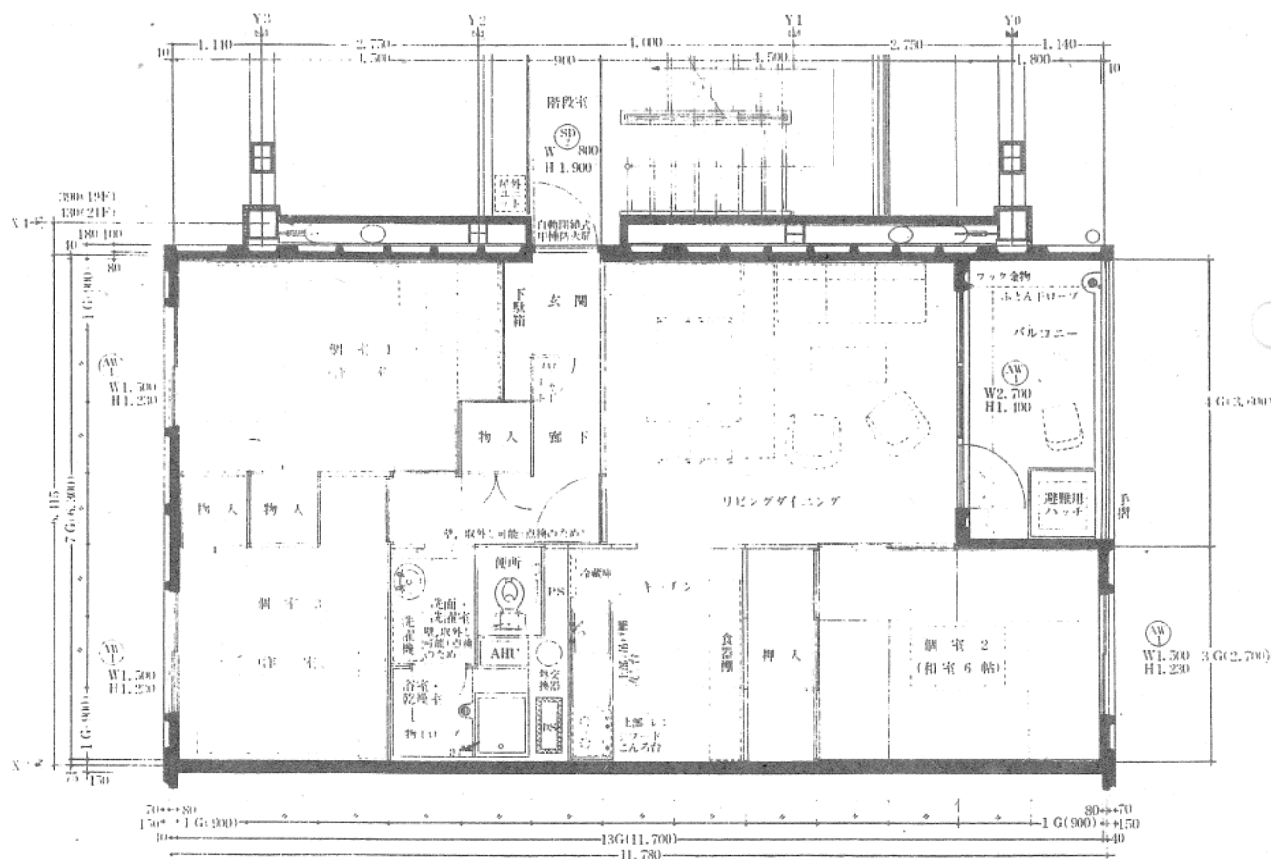


図-7 住戸平面詳細図 (公団B)

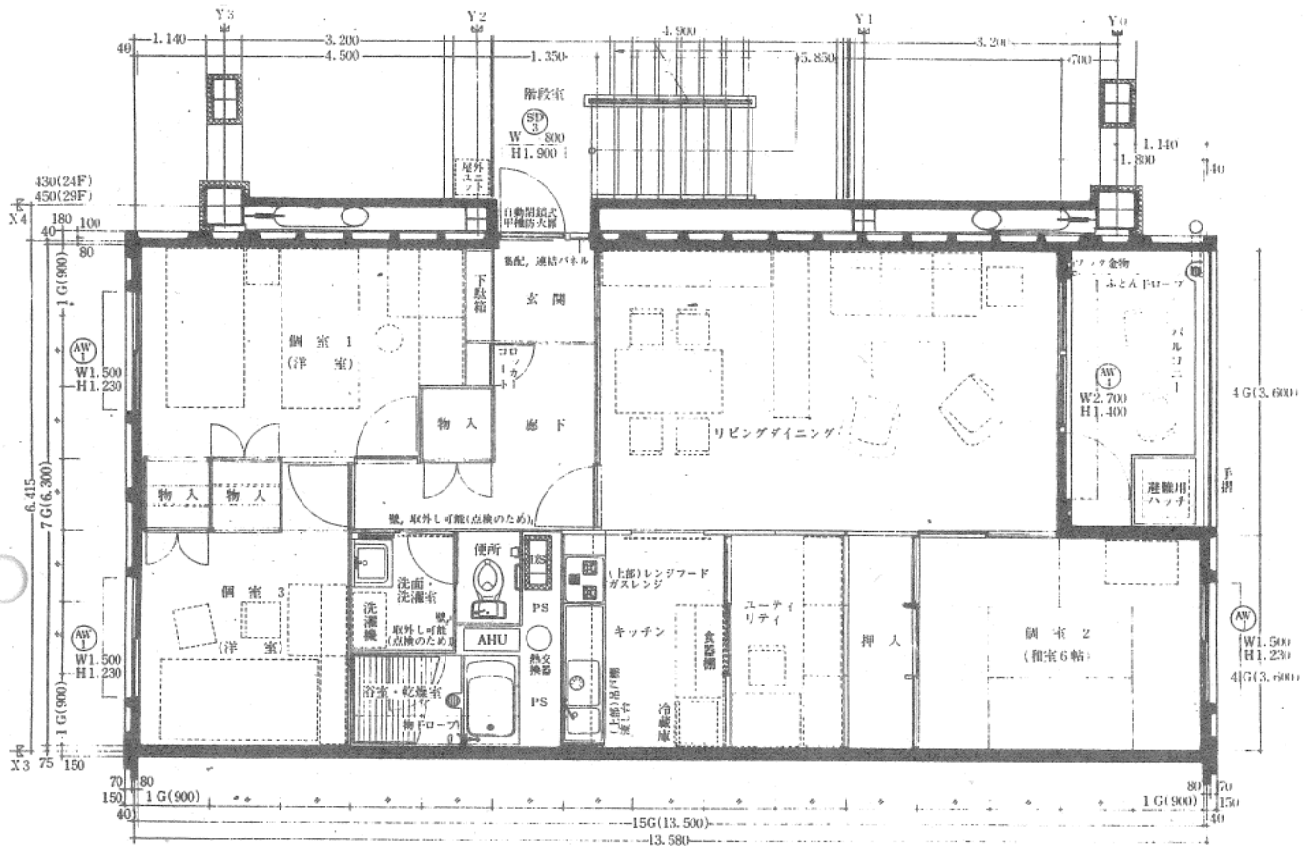


図-8 住戸平面詳細図(民間B)

以上の高層住宅群の俯瞰を写真-1に、また公団A住棟の南面および北面を写真-2および3に示す。

3. 工業化工法の課題

本提案競技はそのタイトルが示すように高層集合住宅における「工業化工法」に主眼が置かれ、高層集合住宅のもつべき高度な機能と品質

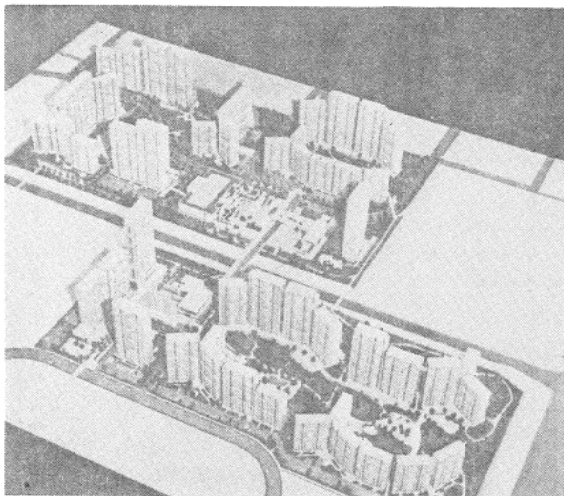


写真-1 スカイラインの変化をもたせた高層住宅群

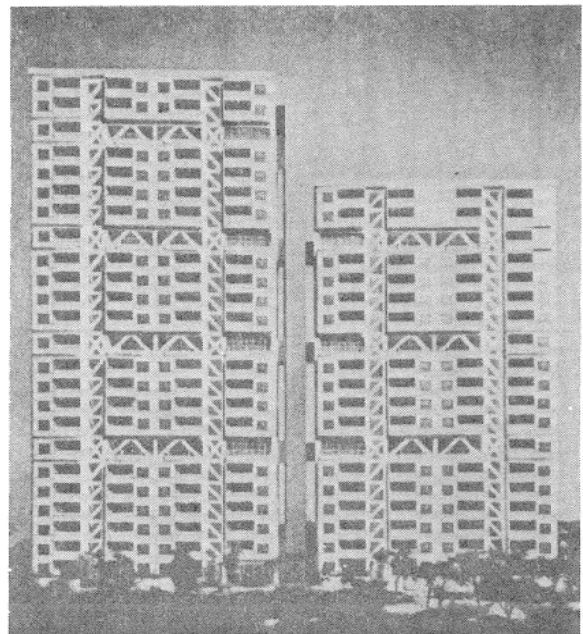


写真-2 芦屋浜高層住宅・公団A住棟南面

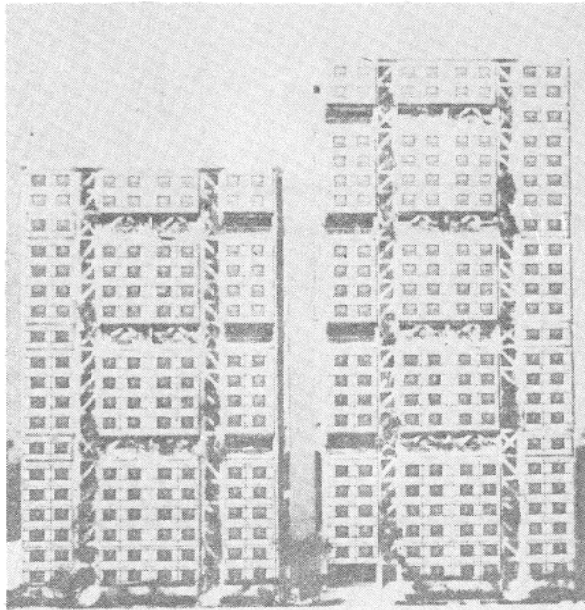
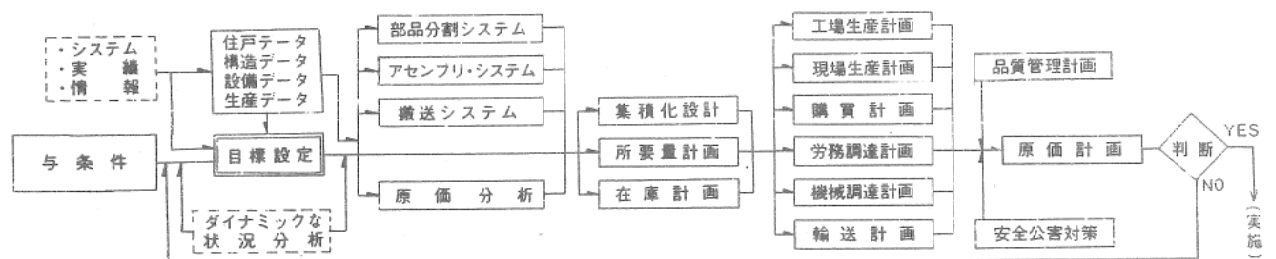


写真-3 同北面

を、合理的かつ適正なコストによって生み出す生産システムを提案することにあった。

住宅における工業化生産システムは、その企画設計から施工および管理に至るまでのすべてを包括した生産行為に関するものである。

計画段階



実施段階

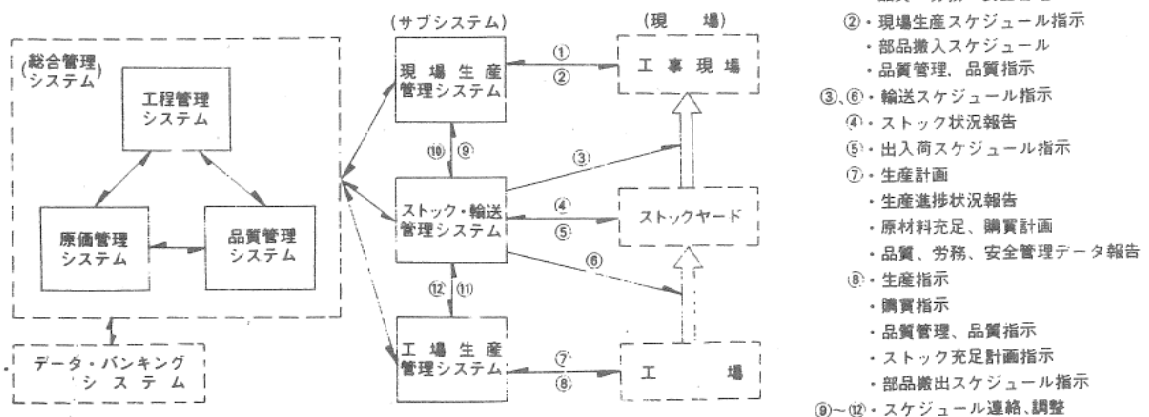


図-9 生産システムの基本概念

今回提案した生産システムにおいては、住宅そのものを工場生産品として工数の低減、品質の向上および工期の短縮を図るのみならず、設計、生産および管理の3つの要因が、同一レベルにおいて工業化の目的のもとに昇華され、生産と管理——生産方式・生産ラインとメンテナンス・流通——との斉合性やコストとのバランスをはかることを意図した。

計画段階および実施段階における生産システムの基本概念をフロー図にして図-9に示す。

4. 架構形式

各住棟に共通する架構形式は、建築計画上の設計主旨と構造計画上の設計主旨の接点から生まれたものであり、その設計主旨のからみ合いを図式化して図-10に示す。

即ち、ASTM案においては図-11に示すように、2住戸1階段を基本とし、これを2つ組合せて住棟の構造上の基本単位とする。

桁方向(×方向)は階段コア部分を柱とし、共用階をはりとする大きなラーメン状の架構2

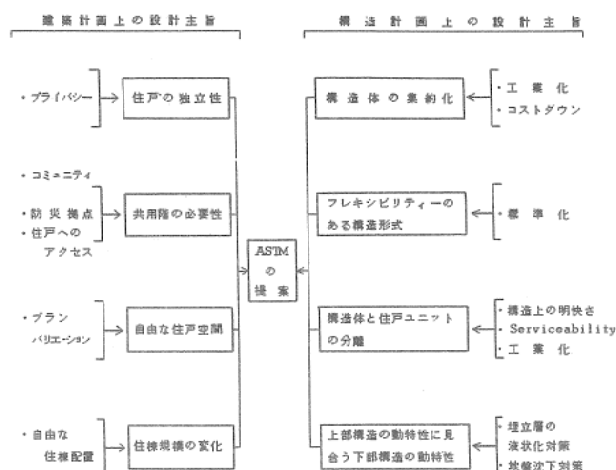


図-10 ASTM案の設計主旨

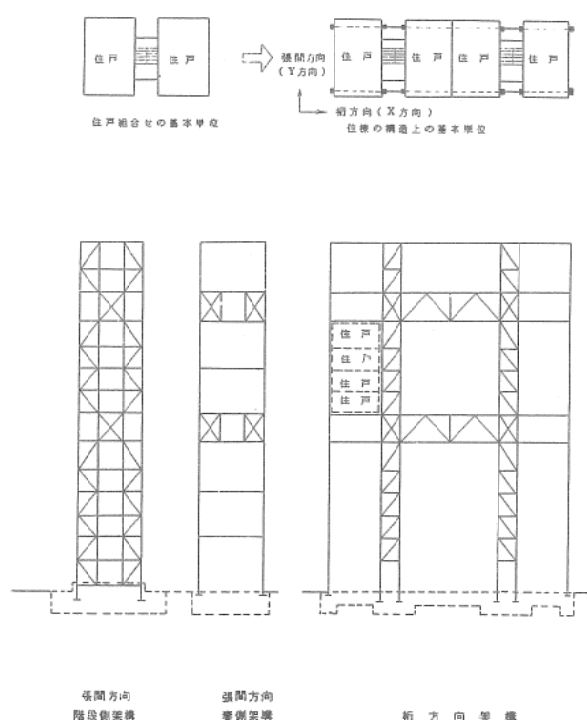


図-11 構造骨組形式

面に集約し、また張間方向（Y方向）は階段側面架構4面を（ラーメン+ブレース）架構としてトラス的性状をもつ架構形式としている。以上の桁方向架構2面および張間方向架構4面が耐風耐震架構であり、妻側架構はいずれの場合にも鉛直荷重のみを支持する。水平面内剛性に対しては共用階上下床面に水平ブレースを組む。以上の独特な架構形式をミディストラクチャと名付け、この架構形式によって14～29階を設計している。

5. 住戸ユニットの構造

住戸ユニットはプレキャストコンクリート板（PCa板）組立てによるパネルシステムであるが、最下部分を除き、4層分の住戸ユニットが共用階のはりの上に載っている。PCa床板およびPCa壁板は常時荷重を支持し、荷重はPCa床板からPCa壁板を伝わり、4層分の常時荷重が共用階のはりで支持されている。これらのPCa板は構造解析上の明快さ、住戸ユニットのserviceabilityを考慮して、耐風耐震要素としては耐力および剛性の評価にあたって関与しないものとしている。

6. 架構と住戸ユニットとの関係

PCa板の接合部は大別して、PCa板同士の接合部とPCa板と架構との接合部があり、各接合部において要求される機能と強度を保有するように設計されている。

住戸ユニットの壁および床は常時荷重を支持するとともに、水平荷重時における架構の変形に追従し得る機能をもつ必要がある。これらの関係は張間方向および桁行方向のそれぞれについて模式的に図-12に示すような状態となるように各接合部を設計している。特に張間方向の壁は鉛直荷重を支持し乍ら各層毎に剛体のまゝ層間変位を吸収し得る性能が要求されるため、壁下にテフロンを挟んだ接合部としている（表-2）。

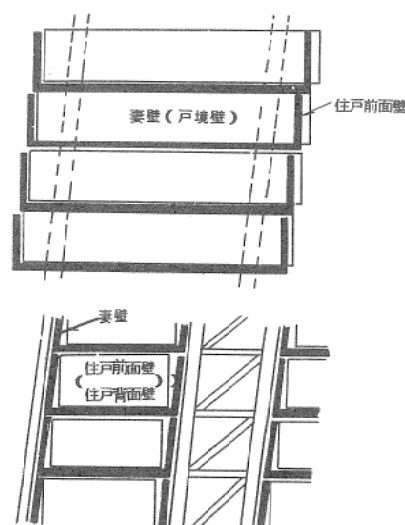


図-12 水平荷重時におけるPCa板の変形状態

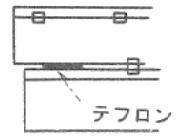
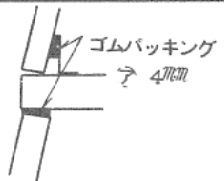
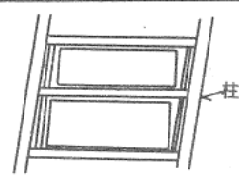
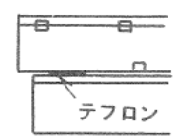
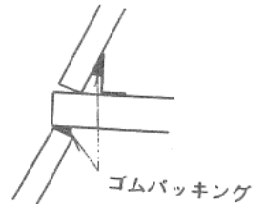
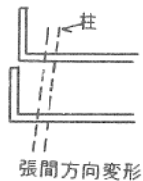
壁	張間方向壁		桁方向壁
	(妻壁, 戸境壁)		(住戸前面壁, 背面壁)
変形方向	張間方向	桁方向	桁, 張間方向
0.2g	 テフロン テフロン面で層間変位を吸収する。 接合部健全	 ゴムパッキング 4mm ゴムパッキングの弾性変形によつて層間変位を吸収する	 柱 桁方向変形
0.3g	 テフロン スラブと柱の接合部, スラブと壁上部接合部健全	 ゴムパッキング 同上的方法で吸収	 柱 張間方向変形 接合部健全
備考	テフロンの性能 耐圧 300 kg/cm^2 まさつ係数 $\mu = 0.04$	$\frac{1}{75}h$ の変形に対してゴムパッキング 2.0mm 以上あればよい。h: 階高	カーテンウォール形式壁は床板と共に移動する。

表-2 PCa 床板とPCa 壁板との接合部

7. 荷重の伝達機構

住棟の構成は図-13に示す通りであるが、常時荷重の伝達機構はつぎの通りである。

(1) 妻壁 ($X_0, X_1, X_2, X_4, X_5, X_6$)

各住戸階の床荷重を妻壁で支持し、4層分の荷重を住戸階(共用階直上)の床板から架構に伝達する。(図-14)。

(2) 戸境壁 (X_3)

戸境壁は張間方向スパン中央で2分割している。このため常時荷重に対して戸境壁をトラス状に取扱い、図-15に示すような伝達方式としている。

また水平荷重の伝達方式はつぎのようになっている。即ち、暴風時ならびに地震時において、住戸ユニットに発生する水平荷重は、安全かつ明確に架構に伝達される必要がある。このため各階PCa 床板と柱を接合し、その接合部は水平荷重を伝達するに十分な強度と機能をもつよう設計されている。また、PCa 床板の面内剛性を確保し一体性をはかるため、パネル化され

たPCa 床板間にし住戸分の水平荷重を伝達し得る接合群を設けている(図-16)。

この変形に対する構造性能については、表-3に示す値を設計目標値に設定している。

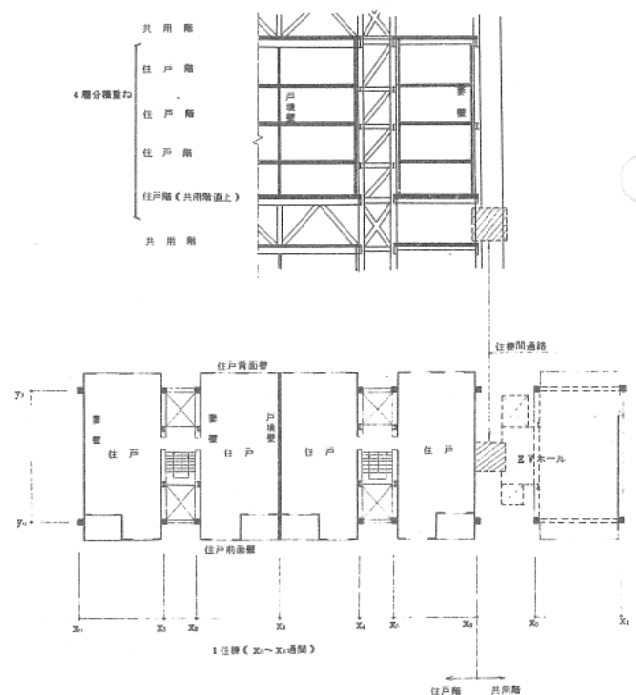


図-13 住棟の構成

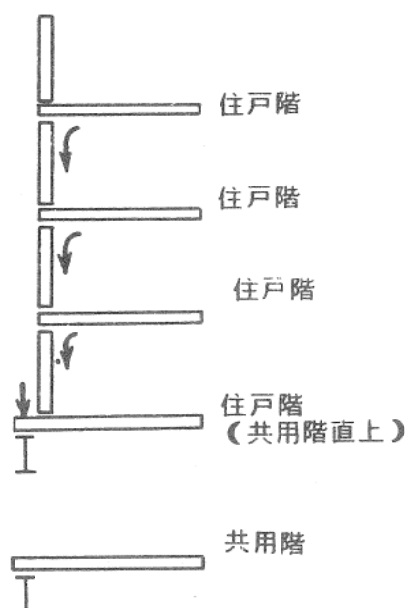


図-14 妻壁の伝達機構

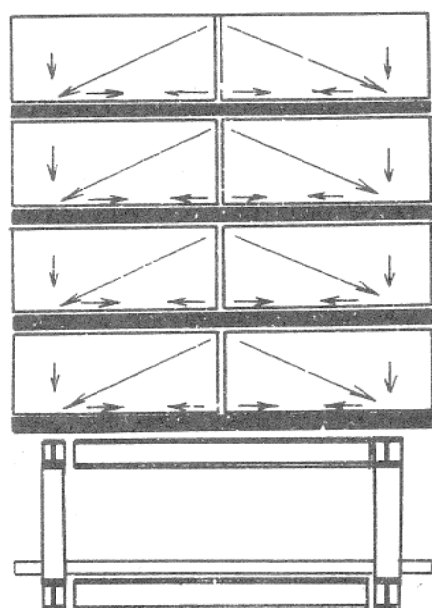
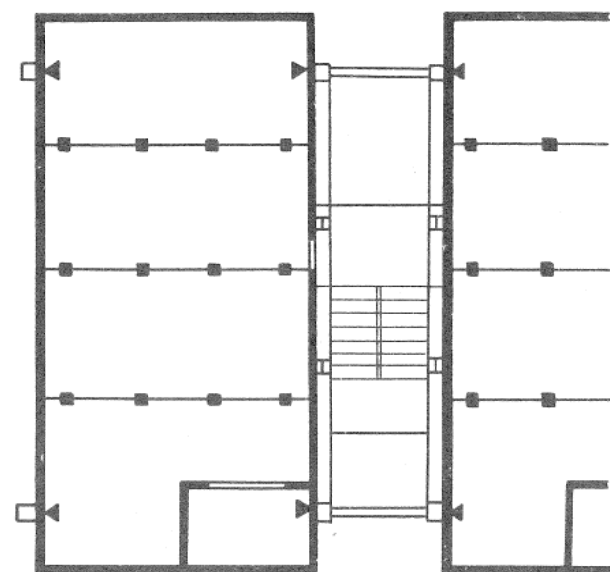


図-15 戸境壁の伝達機構



■は床と床との接合位置を示す ◀は柱と床との接合位置を示す

図-16 PCa床板の接合部

8. 工場生産システム

主要部品は工場において完全に部品化し、現場に搬入する。鉄骨、仕上げ部品、配管パーツは固定工場で生産し、PCa板、設備コアの組立てはサイト工場で行なわれる。

住棟形式は前記のように4階分の住戸階と1階分の共用階が一単位となり、この層の積み重ねになっている。上記の基本形状は全棟にわたって同一であるが、鉄骨部材、柱間隔などの寸法は、その住棟の階数、それが使用されている高さなど、鉛直方向の位置づけによって決定される。一方、PCa板は建設主体別プランバリエーション(図4～8)によって変化するが、構造体としては、壁が最大4層分の鉛直荷重のみ

外力条件	構 造 性 能		接合部設計用水平力として考慮した 最大応答加速度 (単位: g)			
	変 形	強度, 靱 性	公営14F	公社19F	公団A 24F B 24F	民間B 29F
0.2g	$\leq \frac{1}{150} h$ h: 階高	弾 性	0.55	0.46	0.50	0.35
0.3g	$\leq \frac{1}{75} h$	靱 性 率 $\mu \leq 2.0$	0.76	0.70	0.73	0.53

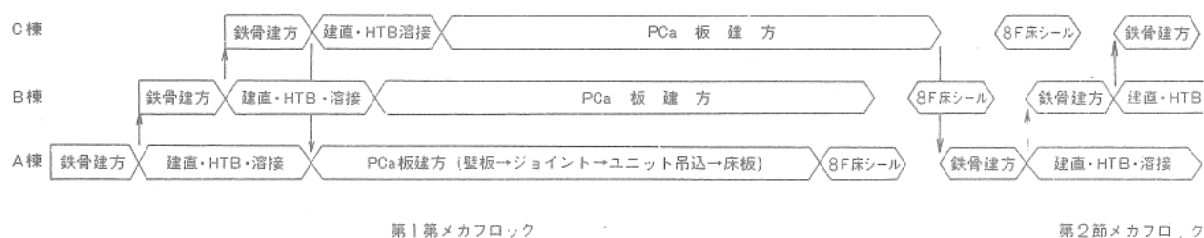
表-3 変形に対する構造性能

生産と技術

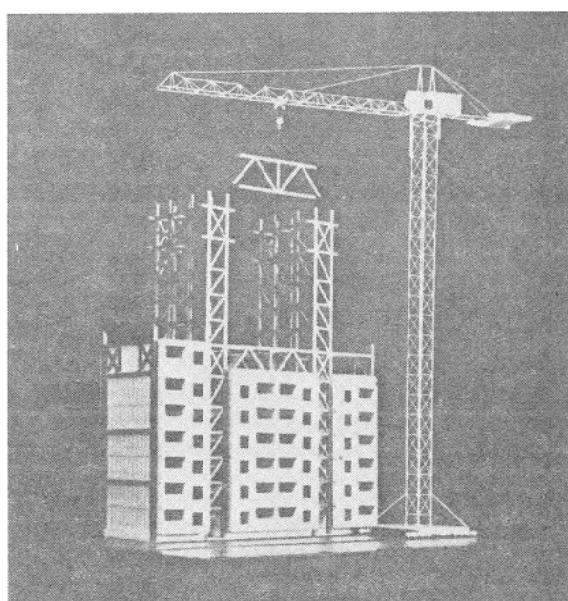
部 品	固 定 工 場	ヤ ー ト			サ イ ト 工 場		工 事 現 場	そ の 他 の 特 長
		工 場	海 送	芦 屋 浜	生産ヤード	製品ヤード		
鉄 骨	集約生産化 組立の機械化 工程標準化	仮 置	ストック (工期別)	仮 置 (住棟別 所要 時間別) (住棟別)	——	——	・メカブロック単位で 鉄骨先行建方 ・トレーラから直吊 ・メカブロック分仮置	・メカストラクチャーのフロック化 ・ユニバーサル・ボックス使用による工数低減 ・接合部の標準化 ・大ブロックによるピース数減
P C a 板	——	——	——	材 料 ストック	集約生産化 設備の機械化 部品の大型化	ストック (住棟別 所要 時間別)	・鉄骨に取付け ・トレーラから直吊	・サイトプラントによる全 P C a 板の生産 ・規模により分割可能なプラントシステム ・たて打ちの大巾な採用
仕 上 材	仕上の部品化 1住戸分のパッケージ化	ス ト ッ ク (工期別)	——	仮 置 (住棟別 所要 時間別)	——	——	・1住戸分を P C a と 同時期に揚重 ・トレーラから直吊	・複合機能パネル化 ・トライ工法の採用 ・無廃棄物工法
設備コア	部材の量産化	部 材 ストック	仮 置 (輸送 単位)	部 材 ストック	配管、メーターを 組込んだ1パッケージ化 水圧、絶縁テスト	ストック (住棟別 所要 時間別)	・同 上 ・たてジョイントのみ	・ノックダウンによる効率化 ・1住戸に必要な設備機器、部品を一括揚重 ・無梱包工法
配 管	配管のパーツ化 配管のユニット化	ス ト ッ ク 工期別	——	仮 置 (住棟別 所要 時間別)	——	——	・パーツをトレーラから直吊	・ジョイント部品を工場で管理 ・現場作業の標準化、簡略化

() は荷揃え、出荷の単位

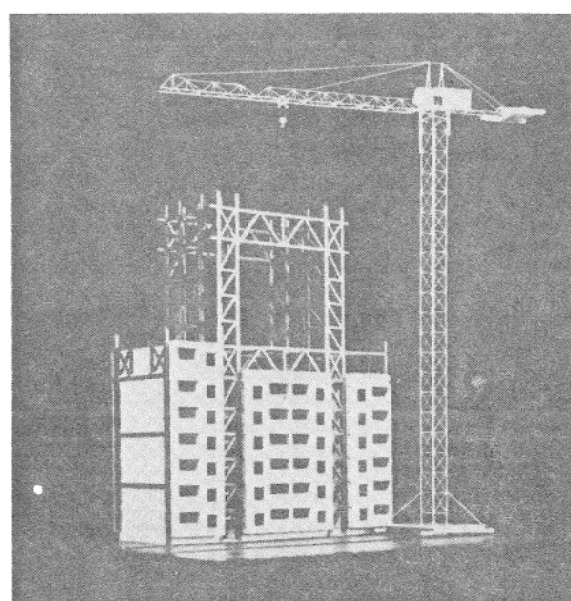
表ー4 部品別生産システムの要点



図ー17 作業工程説明図



写真ー4 移動クレーンによりコアの鉄骨建方を行なう



写真ー5 メガブロックの鉄骨工事が完了

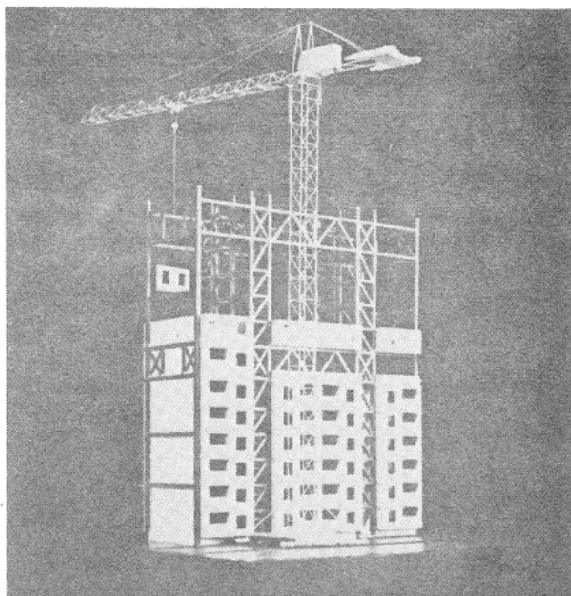


写真-6 つぎにPCa 壁板を建込み、通りとレベルの調整後、ジョイント部の溶接を行う

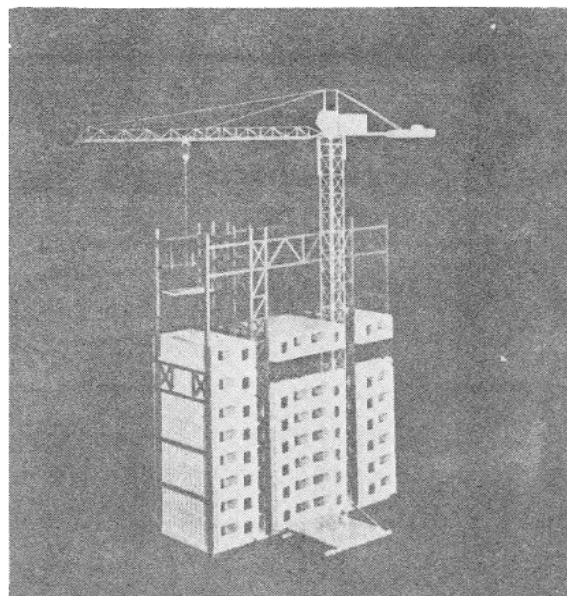


写真-7 仕上用品のパック化したものおよび設備コアを室内に吊込んでから上階のPCa 床板をのせて蓋をする。そして写真-6の作業を繰り返す

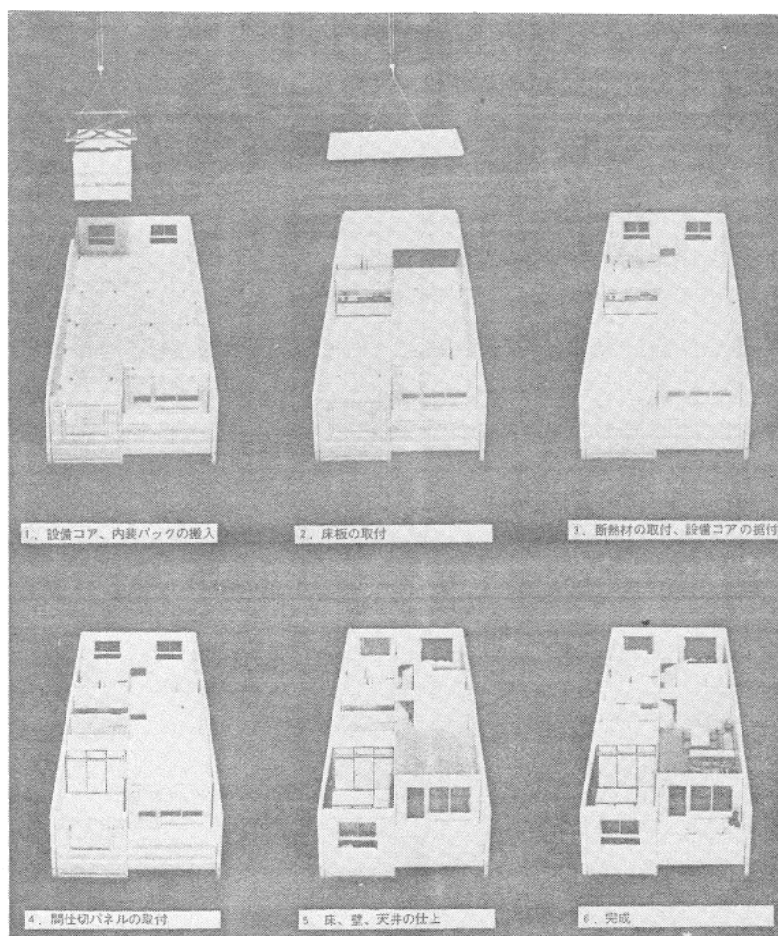


写真-8 内装工事の施工順序

生産と技術

を分担するシステムになっているため、鉄骨とは異なり、その断面寸法は鉛直方向の位置づけによる影響は受けない。以上のようなPCa板と架構体（ミディストラクチャ）の分離方式は、PCa板と鉄骨のそれぞれの特性に応じた最適な生産システムの採用を可能にする。

10. 躯体の建方順序

躯体工事は全棟を20ブロックに分割し、1ブロック内におけるクレーンの有効的な利用をはかるため、図-17に示すように3棟ずつ順次、鉄骨建方から8F床シール工事までをタクトで流す。

ミディストラクチャとPCa板の建込み、仕上部品のパック化したものおよび設備コアの吊込みの作業順序を写真-4～7に示す。

11. 内装工事

内装資材（間仕切材、造作材、仕上材）および設備コア（配管パーツを含む）はほとんど工場加工によりパネル化、ユニット化され、その表面仕上げまでを含めて仕上部品パックとして梱包、搬入し、PCa板建方時に1住戸1パックとして内部に納められ、資材揚重の合理化が図られる。従って、工事現場においての加工は原則としてなくなり、一定の組立て順序に基いて組立てあるいは取付けられる。その一例を写真-8に示す。

天井および床仕上げに関するPCa部分の仕上げ工事のみ現場施工となる。

12. あとがき

以上が昨年8月に1位入選が決定したASTMグループの提案の中、構法および施工法に関する提案のあらましである。

解決すべき技術的課題が山積しており、これらをグループ構成会社で分担して、鋭意その解決のため研究が行なわれている。計画通り実施に移し、多くの問題を解決し、美しいスカイラインをもつ高層住宅を芦屋浜に実現させ、良質の住宅を良い環境とあわせて提供し、ここに住

まわれる方々に喜んでいただける日の一日も早いことを願っている。