

千葉市新中央卸売市場青果卸売棟の設計と施工

〔組立て式 PC 造におけるあらまし〕

風 間 莊 一 郎*
中 野 正 義*

1. まえがき

東京首都圏の拡大化に関連して近郊ベッドタウンの自然膨脹など、人口増とこれに伴う流通機構の整備拡張は、近年各所に見うけられる現象となっている。

このような条件下の筆頭都市ともいえる千葉市に、生鮮食品の供給機構原点ともいえる青果、鮮魚の総合卸売市場が建設された。以下に青果中央卸売棟についてその概要を報告する。

2. 建築概要

工 事 名：千葉市新中央卸売市場建設事業青果棟工事

建 設 地：千葉市高浜地先

発 注 者：千葉市

設 計 者：株式会社山下設計

施 工 者：青果棟全体工事…株式会社奥村組
組立て式 PC 造部分…

オリエンタルコンクリート株式会社

工 期：全体工事…昭和 51 年 10 月～昭和 53 年 12 月

組立て式 PC 造部分…昭和 51 年 11 月

～昭和 52 年 6 月

構 造：RC 造，SRC 造，組立て式 PC 造併用

工事面積：組立て式 PC 造部分

3 階床構造面積…3 448.26 m²

R 階床構造面積…3 448.26 m²

PH 床構造面積… 489.60 m²

計 …7 386.12 m²

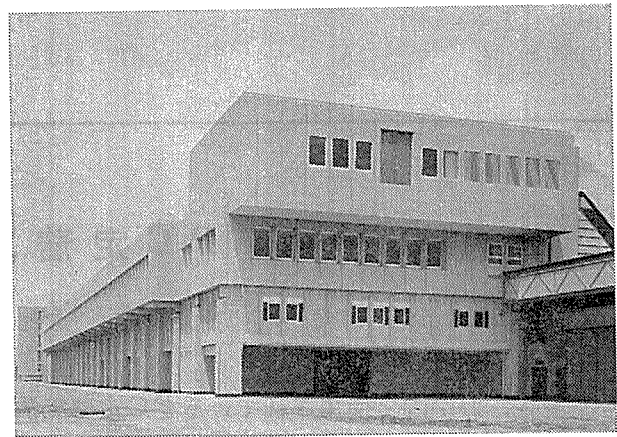
他に 2 階吊床鉄骨造部分…約 2 800 m²

3. 設計計画

3.1 設計条件

今回の建築の計画に当って、機能的な面や、立地条件などから構造方式の選択に対して、下記のような各種の条件が与えられた。

- ① 卸売市場という用途条件の動線関係から柱や壁の少ない、大梁間の建築物が必要であること。



写真—1 完成写真

- ② 全体的には、市場の機能として屋根だけを中心とした上家でよいが、事務部門は集中処理などの関係から 3 層程度にする必要があること。
- ③ 建設用地が海岸の埋立地で、潮風を受けるので耐蝕性に対して十分満足できる主要構造体でなければならない。
- ④ 海岸埋立地のため地盤が非常に悪く、GL-10 m ～-13 m に浚せつ埋土、その下に GL-17 m ～-31 m と層変化の著しい沖積層が分布し、支持層となる洪積世砂層 ($N \leq 50$) は GL-43 m ～-50 m と極めて深い。このように中間層の厚さにかかなりの違いがあり、杭のネガティブフリクションの大きさにかなりの違いが想定される。したがって、建築物の基礎構造耐力は杭基礎によって確保できるが、永久構造的には、不同沈下の発生を防止できるような状態の地盤でないで、こうした条件に十分耐えられる上部構造でなければならない。

3.2 構造方式の選択

設計条件を満足し、かつ経済的にも優れた構造方式を選択するために種々の検討を行った。この条件としてスパン方向は、大スパンにして 20.400 m を必要とすることが計画から与えられ考慮しなければならなかった。

検討対象の構造方式として、鉄筋コンクリート (RC) 造，鉄骨 (S) 造，鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 造，プレストレストコンクリート (PC) 造などの構造で比較

* (株) 山下設計

することにした。

- ① RC 造では耐久性などの面では良好であるが、大スパン構造に対して不向きであるから、20.400 m の部分に対しては除外して考えた。
- ② S 造は、地盤の弱点に対して、構造体が適応性および軽量化できる点で優れているが、大スパンで重層構造ではたわみが問題となる。また耐久性、耐蝕性の面では本計画の重層部分の構造方式として不適當である。
- ③ SRC 造の場合、スパン 20.400 m の条件では梁せいが大きくなることや、たわみに対する不安、不同沈下に対しても、処理方法に名案もなく、問題点が残る、梁材には採用できない。
- ④ PC 造の場合、大スパン構造、耐久性、たわみなどの点は内く他の構造の追随を許さないことが明らかとなった。

PC 造を大別すれば、場所打ち PC 造と組立て式 PC 造とになるが、不同沈下に対する処置方法を考慮するには構造形の一部にヒンジによる接合を取り入れることで解決する方法がある。ただし査は PC 大梁の架設、組立ておよびプレストレス導入に伴う水平移動、回転等の変形を許し、不要な 2 次応力発生を避け、また、不同沈下に対して上部構造に影響のないように考えた。組立て式構造によれば可能であることなど、また材質的には耐久性も十分優れていて我が国においても、建築構造体として実績があることなどから、組立て式で PC 造とすることは大スパン部分に適している構造方式であることが判断でき採用することになった。

3.3 架構計画

構造方式の選択に並行して、設計条件や構造形式の条件を満足するよう架構計画が進められた。配慮すべき点は前述のとおりであるが、中でも不同沈下の防止は基礎地盤などからは期待薄で、基礎構造および上部構造を検討した結果、以下に示すようになった。

- ① 基礎の沈下の影響をなるべく少なくするには大スパン構造にして柱の数を少なくすることは好ましいことであり、計画的にも 20.400 m をスパン方向 1 スパンとし、桁方向は 6.000 m を 2 スパン 1 組とする架構の考え方となった。
- ② スパン方向、桁方向とも 1 階柱 (SRC 造) の柱頭に、脊を設けてヒンジ形式で上部の組立て式 PC 造部分を支持する方法にして、基礎の沈下による回転などが吸収できるような方法とし、3 階以上の架構には大きな影響が与えられないようにする。
- ③ 1 階部分には、スパン 20.400 m 方向には地中梁

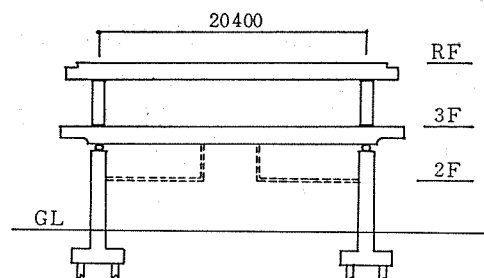


図-1 スパン方向の架構

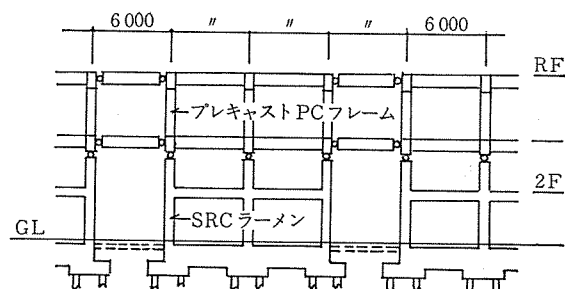


図-2 桁方向の架構

を設けなくて、地盤沈下が生じてもこの方向には殆ど影響のないよう独立基礎上に独立柱として考え、柱の転倒は杭によって保持する考え方にした。桁方向は、6.000 m スパンで短いので 2 スパン分地中梁と中間梁を設けてラーメン構造にして十分ねばりのある SRC 造にすることにした。架構の考え方を図-1、図-2 にそれぞれ示す。ここで 1 階部分としている中間に鉄骨造の吊床の 2 階部分が含まれている。

- ④ 3 階床構造部分以上には、3 階床梁と R 階床梁のプレキャスト PC 大梁の間にプレキャスト柱をはさんで、上下から PC 鋼棒で締め付け Γ 型のフレームを形成する。桁方向フレームは上記が 3 組できた各梁の端部の間にプレキャスト桁方向側梁を架設してストランドケーブルにて、2 スパン連続同時に締め付けて Π 型のフレームを形成するようにした。
- ⑤ 桁方向 6.000 m 2 スパンごとの間に設ける両端ヒンジの側梁は、地盤沈下の処理吸収目的と、先施工の 2 スパン部分側梁の PC 鋼材緊張のため、フレーム完成後にブラケット上に載せる方法とし、地震時などの転落防止の考慮だけをする継ぎ梁にする。
- ⑥ スパン方向 PC 大梁は、部材断面を極力経済的に、かつ有効に活用するために PC 鋼材は 2 次緊張を行う形式にした。すなわち PC 大梁は自重だけによる応力は比較的小さく、設計荷重作用時の応力は相当に大きいものとなる。差が大きいために PC 大梁製作時に全 PC 鋼材を緊張完了することができな

い。

PC 大梁を架設後、DT 版も架設し、柱の PC 鋼棒を緊張して I 型フレームをスラブ自重の作用のもとに形成し、PC 大梁の 2 次緊張を行って構造体を完成することにした。また、2 次緊張によって発生する 2 次応力も勿論考慮する。

⑦ 構造物全体としては、架構の動きに追随し得るようにスラブは DT 版を使用し、壁はプレキャストコンクリートのカーテンウォール方式にしている。

スラブの DT 版は、材長 5.600 m のものを使用し、支持点は PC 大梁のフランジをブラケットしてヒンジ状態で受けることにし、床スラブの水平剛性

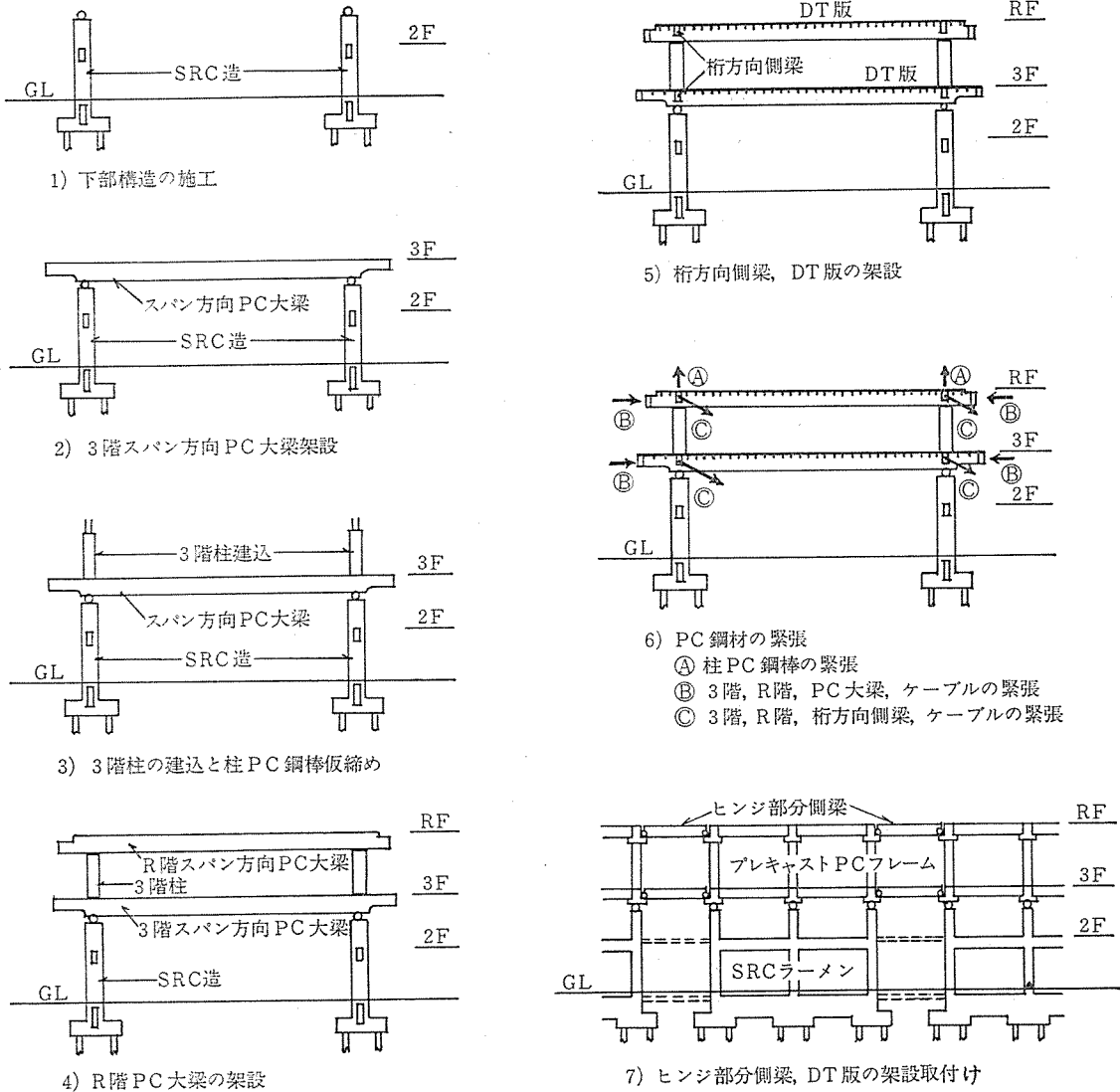


図-3 施 工 順 序

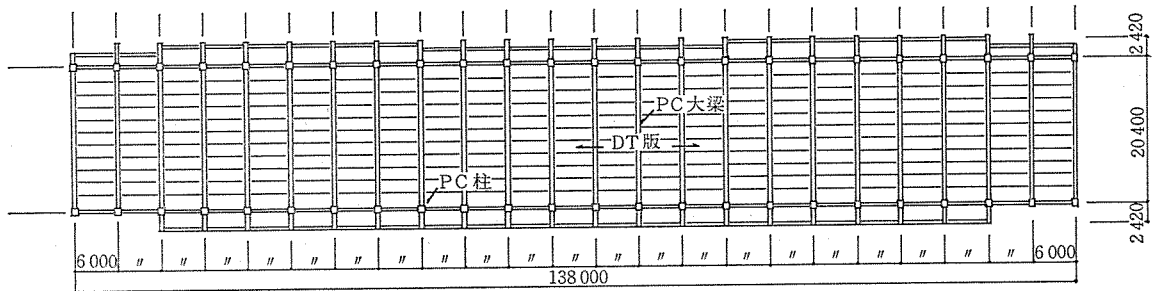


図-4 3階、R階梁伏図

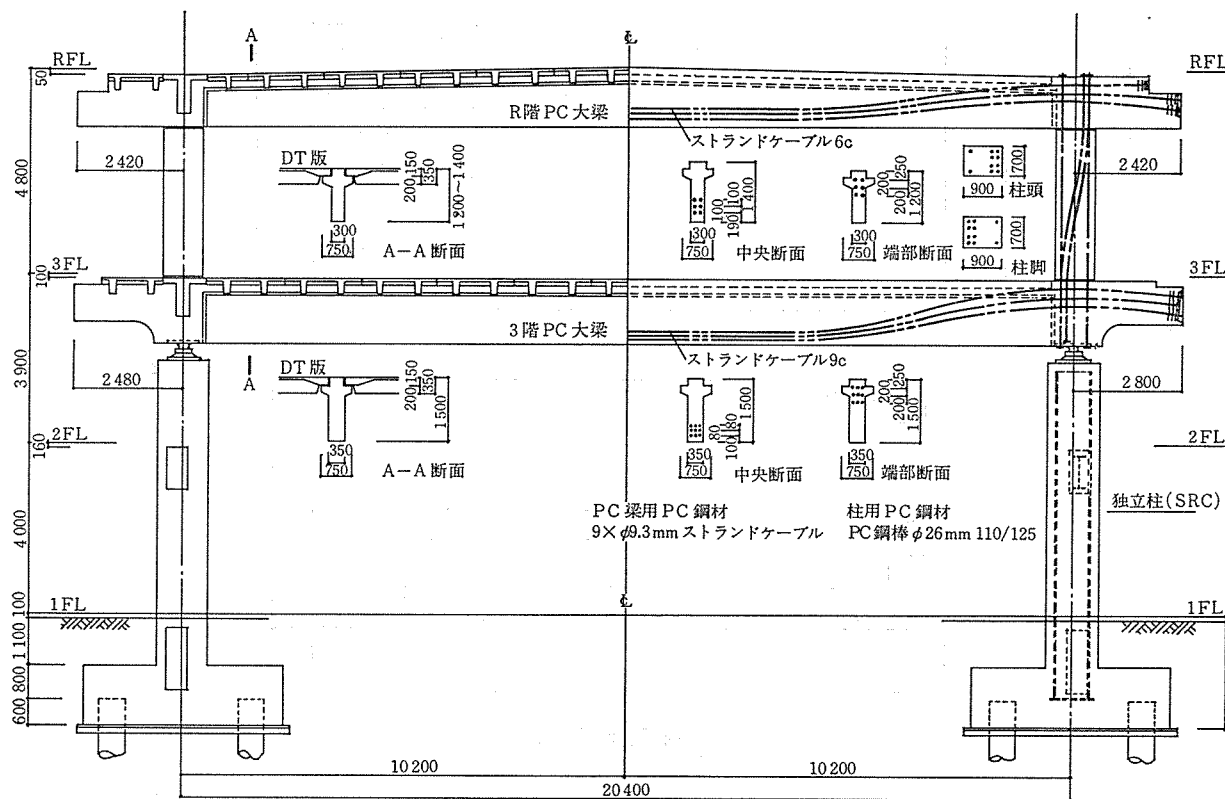


図-5 スパン方向ラーメン概要図

のためと地震時の落下防止のために、端部は金物にてPC大梁の金物と溶接する。さらに幅方向はダイヤゴナル筋の接続によって完全なものとする。などの方針により主要構造部分の架構に対する考え方をまとめている。

以上の架構計画により想定された施工順序は 図-3, 1)~7) に示すようなものとなった。また設計で決定された伏図, スパン方向の架構を 図-4 および 図-5 に示す。

4. 施工概要

下部構造の杭工事, 基礎工事, 立上り SRC 造の柱梁の施工は本報告では除くことにし, 上部構造を主体にしてまとめる。

施工に当りプレキャスト工法としての部材数をチェッ

クしてみると, 主要構造部材の種類と数量は 表-1 にまとめたような内容である。

902 個の部材の中で主として重量の大きなもの, 長さのある部材は, 建設現場の直近で製作し, 軽量で数量の多い部材は工場製作することにした。このため, 直近で製作するものは PC 大梁, 桁方向側梁, 柱で 122 個, 工場製作は小梁と DT 版で 680 個とに分けられた。

またこの 表-1 に示したほかにコンクリートカーテンウォールが 594 枚あり, 全部材数は 1496 個であり, 工場で作成する部材数は 1274 個となっている。

4.1 部材製作

先にも述べたように建設現場の直近に製作場を設けて施工したものは, 3 階, R 階, PH 階のスパン方向 PC 梁と PC 柱, 桁方向 PC 側梁の範囲であり, 製作場の概要は 図-6 に示すようなものとなった。

表-1 主要部材表

部材名	3 階 床		R 階 床		P H 階		計		備 考
	種 類	個 数	種 類	個 数	種 類	個 数	種 類	個 数	
PC 柱	8	48	2	12	—	—	10	60	3 階 柱 $H=3,600$ ほか 柱心スパン $l=20,400$ ほか 柱心スパン $l=6,000$ ほか 梁心スパン $l=6,000$ ほか 梁心スパン $l=6,000$ ほか
PC 大梁	7	24	5	28	2	8	14	60	
PC 側梁	4	46	10	50	3	6	10	102	
PC 小梁	10	42	8	44	2	4	20	90	
DTスラブ	2	295	3	281	1	24	5	590	
計	31	455	20	405	8	42	59	902	

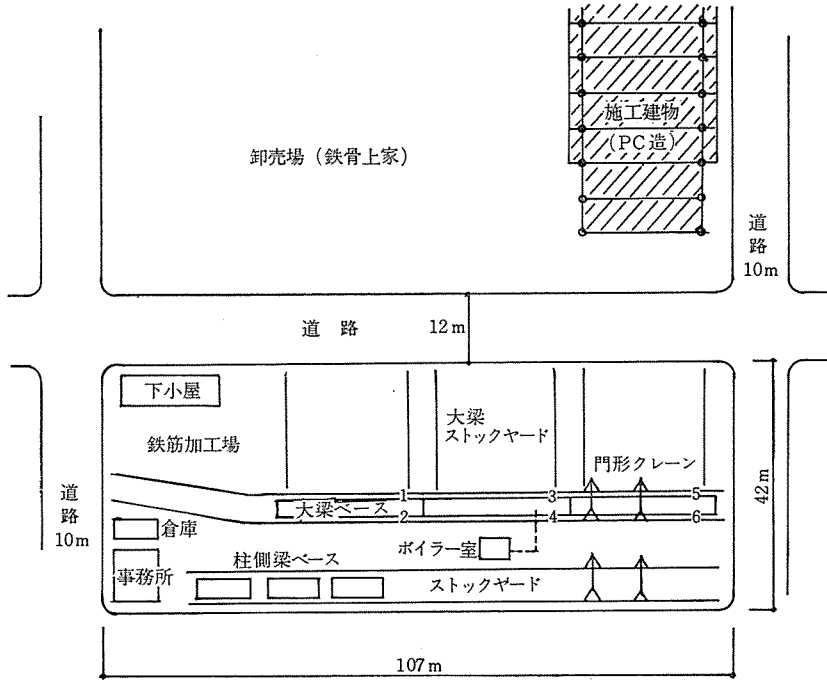


図-6 部材製作場の概要

工事名称	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
部材製作工程								
PC梁製作	準備	3F PC大梁			RF PC大梁	PH		
PC柱製作			3F柱	PH				現場製作
側梁製作			3F側梁		RF, PH			現場製作
小梁製作								工場製作
DT版製作								工場製作
カーテンウォール								
架設取付け工程								
3階PC大梁			架	3F				
PC柱					3F		PH	
R階PC大梁						RF		
DT版				3F			RF	PH
側梁, 小梁				3F			RF	PH
カーテンウォール								PH

図-7 施工工程表

部材製作から架設組立てに至る施工工程は図-7に示すような結果である。

(1) PC大梁の製作

図-6に示した製作ベース上で製作し、さらにストックして架設取付けを待つような手順となった。

製作時期が冬期であるため、場内にボイラーを設置してコンクリート打設後には、10~14時間、平均60℃にて蒸気養生を行った。養生方法は図-8に示すようにシートで二重に覆い下部に配管した養生パイプから蒸気を吹き出させて行う方法であり、温度と湿度は良好な状態にできた。材令1日で側型枠の脱枠も十分できた。

型枠は鋼製とし、部分的な改造によって各種に転用が

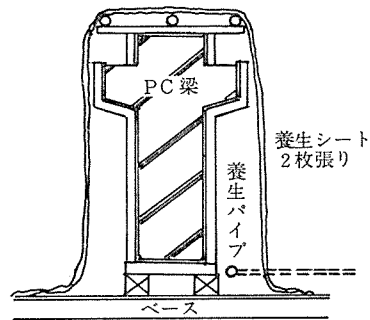


図-8 PC梁の蒸気養生

できるように工夫されている。

準備した型枠は、底枠6基、側枠1基であり、回転使

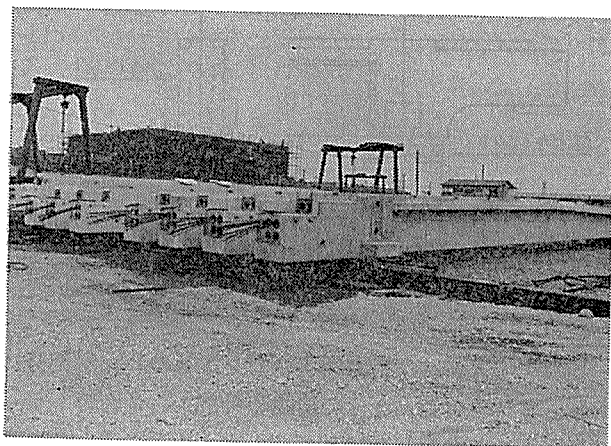


写真-2 スtockヤードに仮置きされたR階 PC 大梁

用を行った。プレストレス導入は、製作ヤード上で1次緊張を行ったが、材令4日で導入所要圧縮強度 300 kg/cm^2 は十分得られている。部材製作された PC 梁は横取り方式により移動してStockヤードに仮置きを行うことにした(写真-2 参照)。

(2) PC 柱および PC 側梁の製作

PC 柱と PC 側梁も上記同様に現場製作としているが型枠はそれぞれ2基ずつ製作し回転使用している。重量も $4\text{t} \sim 5\text{t}$ 程度であり、製作ベースに設置した門形クレーンに十分取り扱えるものである。

架設組立て時にはプレストレスが導入されるが、製作時には RC 部材であり、養生も PC 大梁同様に蒸気養生を行って脱枠が容易になるように配慮している。

(3) プレキャスト小梁

小梁は建築的な納りも兼ねた部材であり、工場製作の部材とした。部材の形状などは、写真-3 に示すようなものであった。

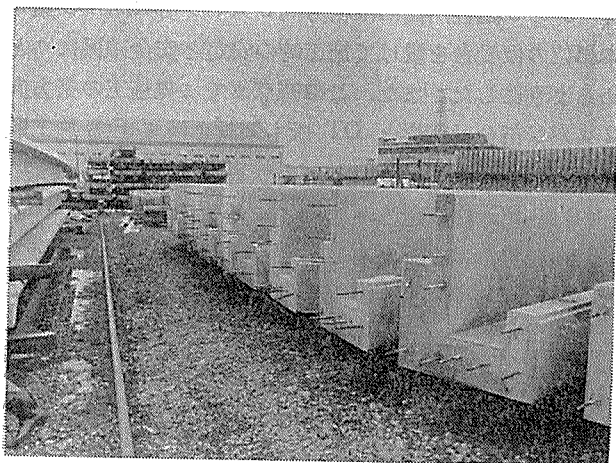


写真-3 工場製作によるプレキャスト小梁

小梁は DT 版も含めて現場の架設施工の工程に合致する工程で製作が進められた。

(4) プレテンション DT 版

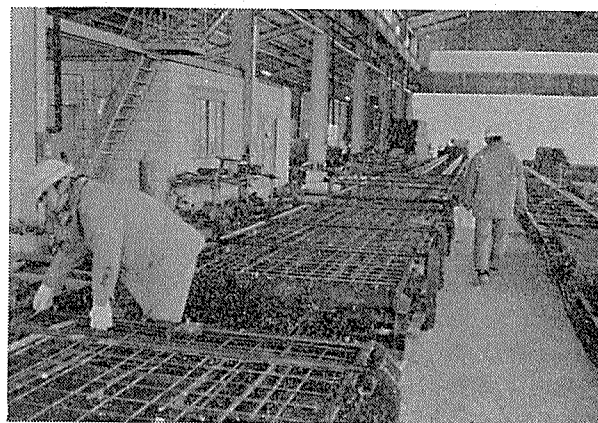


写真-4 ロングラインで製作される DT 版

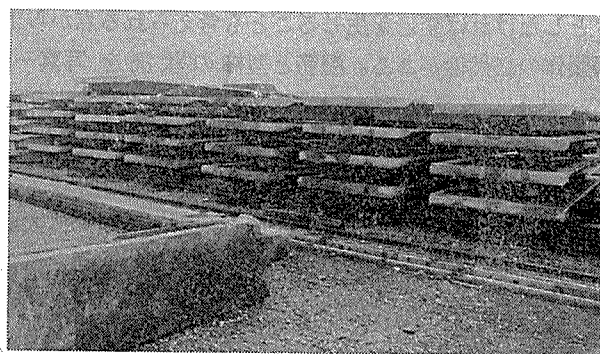


写真-5 工場にStockされた DT 版

部材数も多く、かつプレテンション方式で設計されているので当然工場製作されなければならないが、小梁材と同様に、現場の架設工程を中心にして決定された工程で製作が実施された。またプレテンション方式ロングライン式製作の様子は写真-4 に示すようであり、工場にStockされた DT 版は写真-5 のようなものである。

今回使用した DT 版は、3階床、R階床とも形状は基本の形状を統一し $H=350$ 、目地心幅 $W=1750$ である。

(5) カーテンウォール材

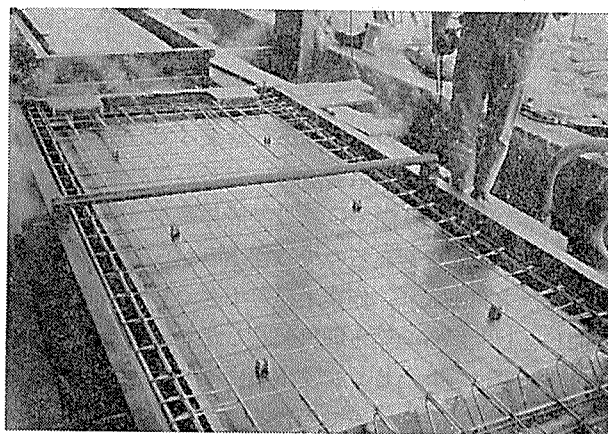


写真-6 カーテンウォールの配筋



写真-7 カーテンウォールのストック

壁材のカーテンウォールは精度的にも工場製品として十分な管理がし易くなければならず、仮置き方法も立置きとしなければ変形を生じることも考えられる点から工場製作の必然性がある。配筋と型枠の状況を写真-6に、ストックされている状況は写真-7は示すようである。

4.2 プレキャスト部材の架設組立て

組立て式コンクリート構造では、架設作業同様に大切な事項として部材の運搬作業も十分検討され計画されなければならない。

現地製作された PC 大梁は自重が約 45.0t あり、場内運搬的に作業を行ったが、100t 積のトレーラートラックで、2本ずつ運搬した(写真-8 参照)。

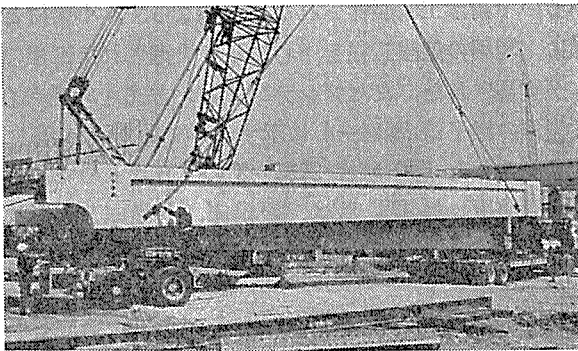


写真-8 トレーラーによる PC 大梁の運搬

(1) PC 大梁の架設組立て

本工事の焦点ともいえるスパン方向 PC 大梁の架設作業はトレーラー車への積込みから始まって、同時に架設作業が行われるので、吊荷重機は両面から決定されなければならない。3階 PC 梁は架設作業が 127t 吊りトラッククレーンで行えるので、積込みから架設まで1台で建物の中に入り、作業半径を小さくして平面的には片押しとしながら全梁を順次架設した。梁下と下部の柱頭の上に設けられたヒンジ支承上にセットされ、転倒防止には堅木のキャンバーで受ける方式とした(図-9 参照)。

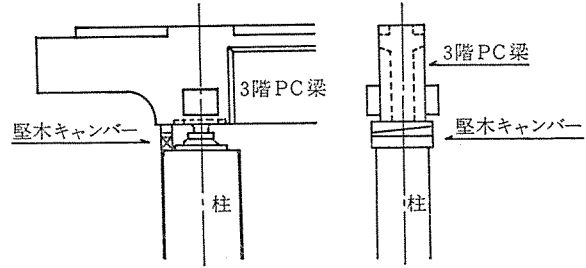


図-9 キャンバーによる転倒防止

R階 PC 大梁は、桁方向3 スパンごとのヒンジ部分にトレーラー車を進入させて建物の外部から2台のトラッククレーンで架設しなければならず、作業半径などの関係から 150t 吊りを2台使用した。運搬積込みにも同時に使用した。R階 PC 大梁の架設は写真-9 のようである。

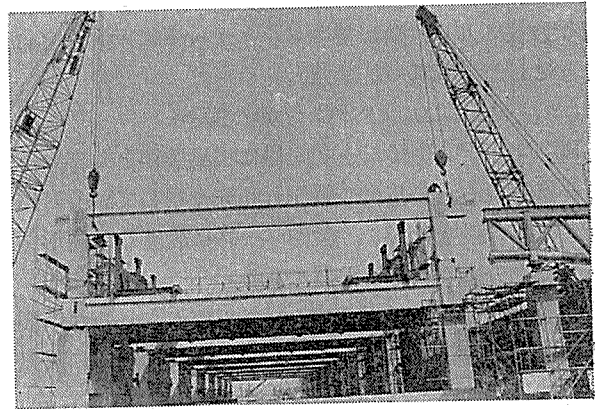


写真-9 トラッククレーン2台によるR階 PC 大梁の架設

R階 PC 大梁の架設時には3階柱の PC 鋼棒が仮締めであり、フレームが不安定であり転倒防止のために写真-9 の3階柱内側には桁方向2 スパン分R階 PC 梁3本単位の仮受台を設けて施工時の安定と安全確保につとめるようにした。また、この時点までに先施工の桁方向2 スパン部分は側梁と DT 版も架設を済ませる施工順序としている。

(2) PC 柱の建込み

柱の建込みは上下左右とも全く精度上からは、正確でなければならず、上下の調整のためには3階 PC 梁上にインサートを埋込み、ボルトを上下して定規とした。建入れは、建入れ調整器で検査をしながら斜めサポートを X, Y 方向からジャッキ調整して精度を確保した。斜めサポートの固定は大梁、および柱へインサートを埋込んでボルト締めとしている。柱には曲線配置した PC 鋼棒が打込まれているため建込みと同時に仮締めも容易にできる設計とされていた。工事中の3階床まで一部架設が終了した1階部分の様子は写真-10 のように支保工の

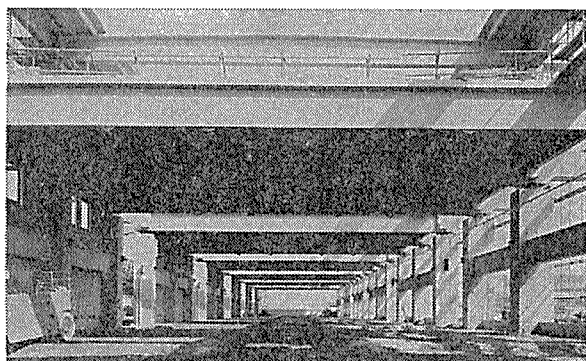


写真-10 支保工の全くない現場内

全くない整然とした現場内であった。

(4) DT 版, 小梁, 側梁

DT 版と小梁は工場製作の部材であり,トラックにて現地搬入時に直接架設する方式である。20.0t 吊りトラッククレーンで荷受け,架設を一時に済ませ,現場内に仮置きするなどの煩雑さを全くなくした。

側梁は製作場のストックヤードから小運搬とした。各階のこの種の部材は,PC 大梁の架設が完了した直後に順次架設を行ってしまい,桁方向ヒンジ部分は2次架設となり,構造体がほぼ固まってから建物外部から架設する状況になった。写真-10 は,3階床の一次架設が済み,R階の一次架設も殆ど完了する状態である。

DT 版と PC 大梁の取付け方法は,長さ方向は PC 大梁のアンカー付き L 形鋼を,DT 版にはアンカー付きプレートをそれぞれコンクリートに打込んでおき相互間はプレート材を伸介して溶接接合にした。幅方向は一般的なダイヤゴナル筋の溶接接合としたが,部材長が 5.600m であり特に型枠の精度に注意し,目地幅 0mm を目標にして 0~3mm の目地となるように配慮した(図-10 参照)。DT 版と側梁および小梁の接合もダイヤゴナル筋の溶接による接合を行っている。

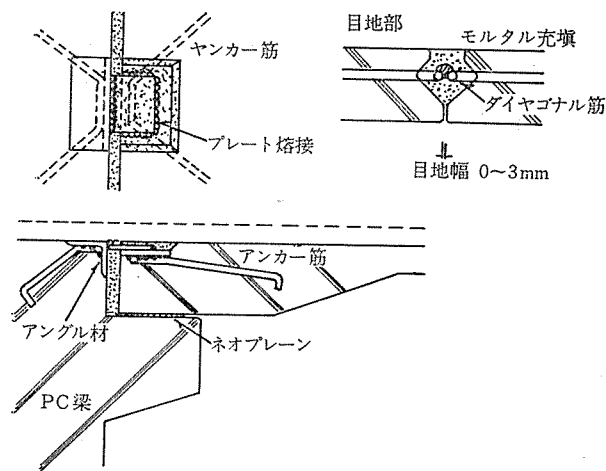


図-10 DT 版取付け部詳細図

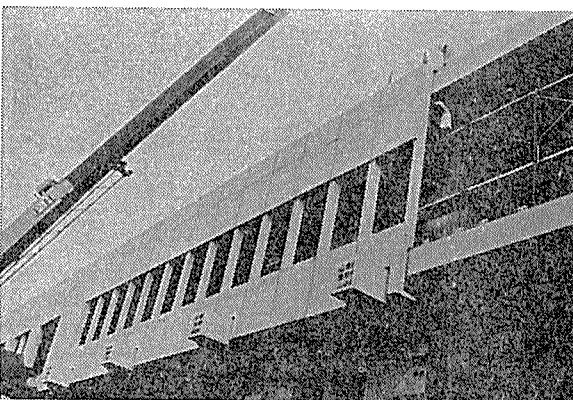


写真-11 3階カーテンウォールの取付け

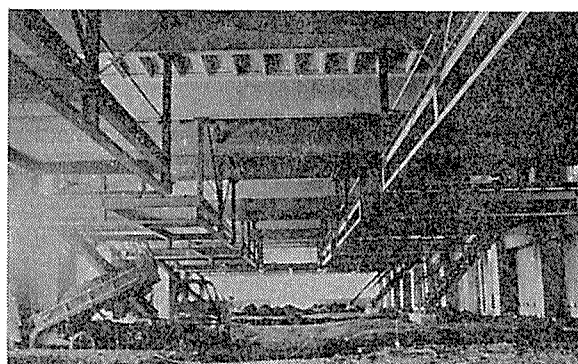


写真-12 2階吊床骨組の状況

またこの時期には2階部分の吊床構造鉄骨材も並行して施工されており,写真-12 は2階床組の状況で床材には,プレキャスト中空床版 $t=100$ が使用され,これらも順次取付けが進められた。

5. あとがき

今回の計画は軟弱かつ複雑な地盤構成上に建つ大スパン構造物の一つの解として成立した建物であろう。この建物が計画どおり施工され,一応の完成を見て1年8か月の現在までなんら問題もなく,初期の計画意図どおり満足すべき状態である。

最後に計画から完成まで多大の御理解と御協力をいただきました千葉市新中央卸売市場開設準備室の方々,ならびに,施工に当り御協力を下さった(株)奥村組,オリエンタルコンクリート(株)各位に深く感謝申し上げます。

◀次 号 予 告▶

次号も今号に引き続き、「PC 建築物 (2)」の特集を掲載いたします。
内容は以下のとおりです。

- ・報告—高層建築 福岡歯科大学
- ・報告—格子梁 東京経済大学・大教室棟
- ・報告—人工台地 多摩ニュータウン・空中広場
- ・報告—海外建築 オラン大学計画
- ・紹介—海外建築 イタリア・フランスの PC 建築物
- ・紹介—特殊建築 PC 特殊建築