

# 鈴木金属工業 K K 習志野工場の P C 建築について

松田平田設計事務所  
極東鋼弦コンクリート振興 K K

## 1. 建物の概要

建築主：鈴木金属工業 K K  
設計監理：松田平田設計事務所  
施工：鹿島建設 K K  
建設地：千葉県習志野市東習志野  
規模：P C 構造平家建（基礎、基礎ばりは R C）  
建物面積 30 000 m<sup>2</sup>  
第 1 期工事 15 700 m<sup>2</sup>

## 2. 設計計画

本建物は、主工場約 10 000 坪に社宅をふくめて、習志野の原野に総合計画された鋼線メーカー鈴木金属工業 K K の新工場である。P C 構造で計画されたのは、このうちの主工場についてであるが、ちょうど設備投資引締め時期にあたり、計画されたうちの一部しか実施できないことになった。いずれにしろ、第 1 期工事のみでも、規模の点では、わが国で最も大きい P C 建築の一つであろう。

設計計画をするにあたり、本工場の建設地が気象条件の厳しい土地であることを考え、かつ経済的裏づけをし

ながら、新しい建設意欲に燃えた P C 鋼線メーカーの総意の結晶たるにふさわしい、P C 構造を採用することとした。

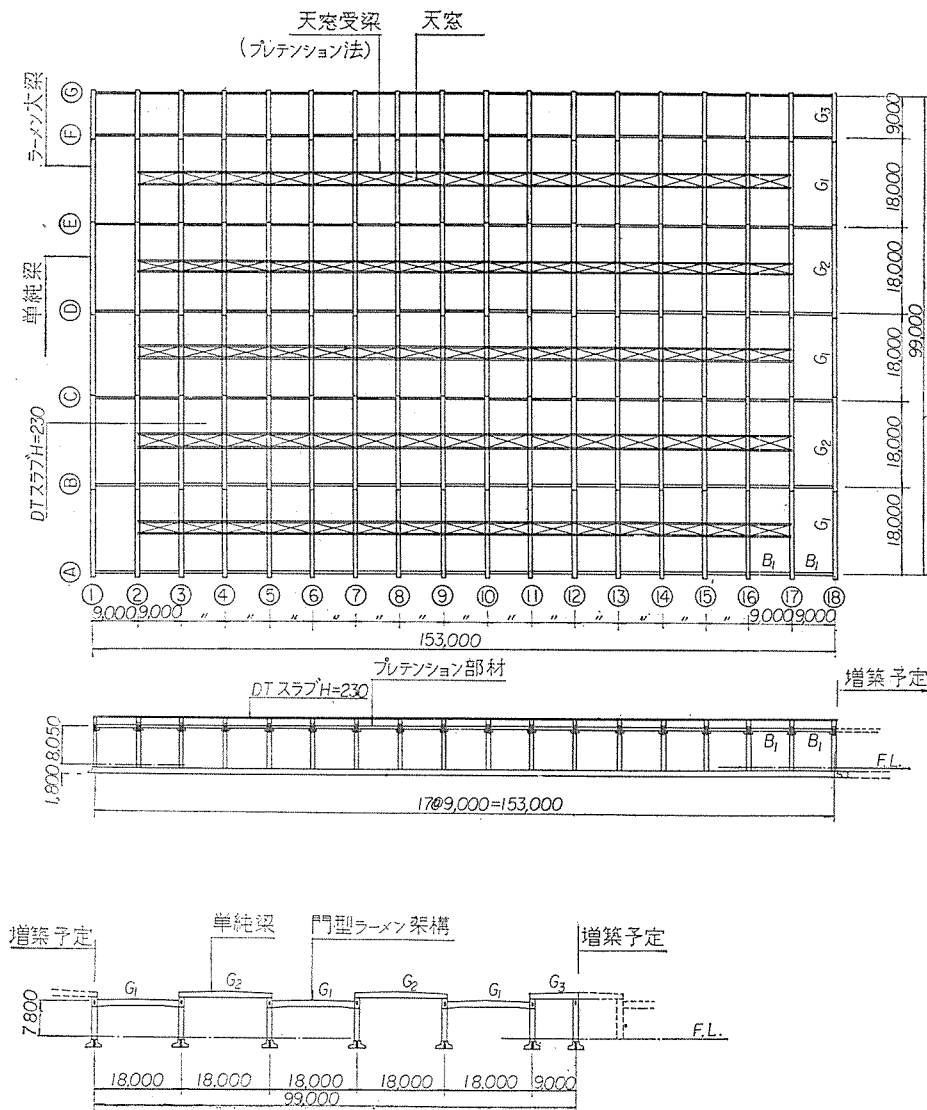
P C 構造を前提として、工場機能を分析した結果、「18m スパンの並列」の線が出て、これが本設計の基本となった。

なお、全工場が完成した際の中心部となる 1 列のみ小スパンとし、この区間に中 2 階を設け、コントロール関係の設備をおさめている。

P C 構造の設計にあたり、その方向を次の諸点に求めた。

- 1) 軽量化
- 2) 可能な限り、多くの部材を工場製作する。
- 3) 場所打ちコンクリートは基礎、基礎ばりのみとする。
- 4) 部材の重量が大きく、種々の困難が予想されるので、施工のうえで積極的な解決法を試みたい。
- 5) 増築の容易な（工場作業を妨害しない）構造でなければならない。

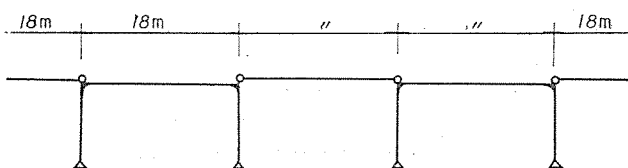
図-1 構造概略図



### 3. 構造計画

(1) 縦方向、横方向ともに広大な建物を設計する場合、全体を一つに固めるのではなく、個々に強固な単体の集合体として計画した方が、二次的な応力も小さく、明解に思われる。とくに PC 構造の場合、プレストレス導入前の不安定な状態で置かれる期間も短かく、施工上もはなはだ有利である。したがって本構造では門型ラーメンを1つおきに配置し、その間を単純ばりで結んで図-2 のような架構とした。

図-2 はり間方向架構図



門型ラーメンは、地盤がよいので（長期  $15 \text{ t/m}^2$ ）、柱脚はピンと考えて基礎ばりは設けず、機械基礎の設置を容易ならしめた。

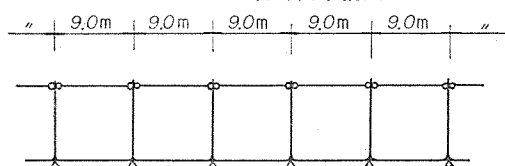
単純ばりは、ラーメンばりの上に載せて屋根を段違いとし、この間を換気に利用した。本工場のように、広大で熱を発生する工場の場合、換気はゆるがせにできない要素となる。

柱は現場施工の都合上、結局場所打ちとなったが、PC 構造としては、ブロックを作成して建て上げる工法の方が、本来の行き方と思われる。

(2) けた行方向架構形式の決定要素としては次のような事項が考えられた。

- 1) 使用上、特にスパンを必要としない。
- 2) 各スパンごとに、天井走行クレーンを取りつけるので、最大スパンとしては 9 m 程度が適当である。
- 3) 屋根には WT スラブを敷き並べるが、たわみのある限度に押えないと防水が困難となる。また WT 版は大量の枚数を輸送しなければならない。以上の点を考慮してスパンは 9 m 程度がよい。
- 4) 柱の上で、縦横両方向に同じ程度の強度を必要とする仕口を作るのは技術的に複雑になるので、できるならば、これを避けたい。そのためけた行ばりを小さな断面としたい。9m 程度の長さならば工場製作が可能である。
- 5) またけた行方向スパン 9m 程度ならば、はり間方向の設計の際に決定される最低の柱巾で、けた行方向の水平力に十分耐えることができる。

図-3 けた行方向架構図



以上の諸点を総合して、けた行方向は柱間隔を 9m とし基礎ばりを設け、柱は基礎ばり上の独立柱とし、はりばりは単純ばりとして柱頭をつなぐにとどめた。

(3) 屋根は WT スラブを用いたこと、およびはり間方向の各スパンごとに中央部に天窓が必要であり、これによってスラブ面が二分されることなどのために、せん断力の伝達に大きな期待はかけられない。したがって耐震壁を設けるとすれば各柱列ごとに必要となり、工場の使用上の機能がいちじるしく阻害される。また応力的には耐震壁がない場合でも、強度的には無理なく処理できるので、耐震壁はいっさい設けないこととした。

### 4. 構造設計

本工場で使用された構造材を、その材料別に分類すれば次のようになる。

- 鉄筋コンクリート—基礎、基礎ばり等
- プレストレスト
  - コンクリート—プレテンション法—屋根版、床版、けた行方向ばり、天窓用小ばり、間柱
  - ポストテンション法—はり間方法ラーメンばり、柱、同上単純ばり、中2階ばり

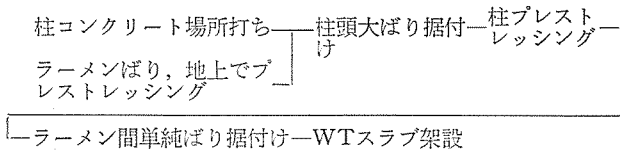
使用された PC 鋼材は、プレテンション法においては  $\phi 5 \text{ mm}$  異形鋼線(天窓用小ばり、けた行方向ばり)、および  $\phi 9.3 \text{ mm}$  の PC ストランド (WT スラブ、間柱) である。またポストテンション部材では主として  $12-\phi 7 \text{ mm}$  のフレシネ ケーブルを使用し、局部的に  $\phi 24 \text{ mm}$  の PC 鋼棒を使用した。

コンクリートの 4 週強度は、はり間方向のラーメン、すなわち、柱とラーメンばりを  $350 \text{ kg/cm}^2$  としたほかは、すべて  $450 \text{ kg/cm}^2$  である。ラーメン部材の圧縮強度を  $350 \text{ kg/cm}^2$  としたのは、柱のコンクリートが場所打ちとなったために、ある程度軟練りとして、現場施工をやりやすくしたためである。

許容応力度または安全度のうえから部材を分類すれば次のようになる。はり間方向ラーメン、単純ばり、けた行方向柱、はり、小ばりなどは、すべてフル プレストレッシングとし、長期応力状態でコンクリートの引張応力度は許容していない。屋根版、中 2 階床版はパーシャルプレストレッシングとし、 $10 \text{ kg/cm}^2$  以内の引張応力度を許容している。

本工場は上記の条件により設計されたが、構造体には耐震壁が全くないこと、けた行方向が独立柱となっていることなどを考慮し、安全率に対しては十分な余裕を持たしてある。

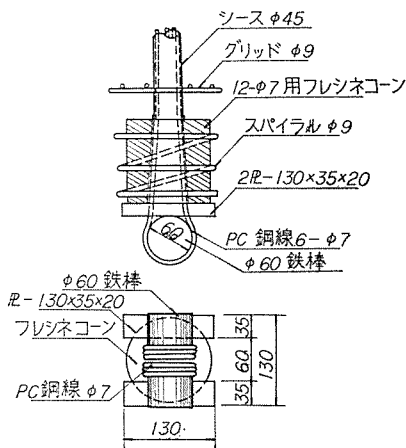
応力計算上仮定したはり間方向の施工順序は次のようなものである。



したがって、本架構がラーメン構造となるのは、柱 PC ケーブルの緊張のときである。このような理由から、ラーメンばり自重は、単純ばりの曲げモーメントとなり、その後の荷重のみをラーメンとして受けると考えて計算した。またラーメンばりはあらかじめ、地上でプレストレスを導入されているために、はりプレストレッシングによって二次応力は発生しない。ただ柱の PC ケーブルが曲線状に偏心して配置されているため、これによって二次応力を発生する。その値は柱頭で  $-10.5 \text{ t}\cdot\text{m}$ 、これによる応力度は柱、はりとも  $7 \text{ kg}/\text{cm}^2$  前後であり、いずれも問題とはならなかった。

本構造では、基礎コンクリート打ちのとき、柱用の PC ケーブルは同時に基礎に埋め込まれているが、その定着具の詳細は図-4 のようなものである。PC 鋼線の基礎への定着法としては、鋼線を球根状に曲げる方法などが多く用

図-4 柱用フレシネ ケーブル埋込み詳細図



柱脚PC鋼線定着詳細図:

いられているが、これらの工法では、基礎内部で鋼線と鉄筋が縦横に交さくするため、配筋がむずかしくなるおそれがあるので、本工事のように工期の短縮が強く要求されている工事には適さないと考え、若干高価になると思われたが、上記の方法を採用した。なお、本定着具は設計過程において FKK において耐力試験が行なわれたが、その結果は、PC 鋼線とコンクリートの付着が全くない場合、 $12\phi 7 \text{ mm}$  ケーブルで  $72\sim 76.5 \text{ t}$  の耐力となりケーブルが  $1 \text{ m}$  程度の埋込み長さを有することを考えれば十分満足できる値と思われる。

本構造では、主要構造体のほかに、間柱などにもプレテンション材が使用されている。この

部材は常時は曲げを生じないため、プレキャストの鉄筋コンクリートの案も考えられたが、輸送中、または架設中のきれつの発生をさけるためプレストレスト コンクリート造とした。強度的には、工場敷地が周囲に建物のない原野であることを考えて  $50 \text{ m}$  程度の風速を想定し、このときの風圧で部材がきれつを生じないように設計した。

### 5. 施工概要

本工事は設計監理に松田平田設計事務所があたり、施工は鹿島建設KK、プレストレスト コンクリート工事はオリエンタル コンクリートKK、興和コンクリートKKが行なっている。

#### 工事規模

工場敷地	約 $338\,600 \text{ m}^2$ (102 600 坪)
工場建屋	約 $15\,700 \text{ m}^2$ (4 750 坪) プレストレスト コンクリート構造
付属建屋	$6\,390 \text{ m}^2$ (1 935 坪)
工期	昭和 36 年 11 月 15 日着工 昭和 37 年 6 月 20 日竣工予定
構造	基礎 鉄筋コンクリート 柱, 大ばり プレストレスト コンクリート 屋根版軒ばり " " " 間柱 " " " 外壁 ブロック積み 内壁 " " サッシュ アルミ サッシュ 屋根 アスファルト マスチック防水 一部天窗アミ入波型ガラスぶき

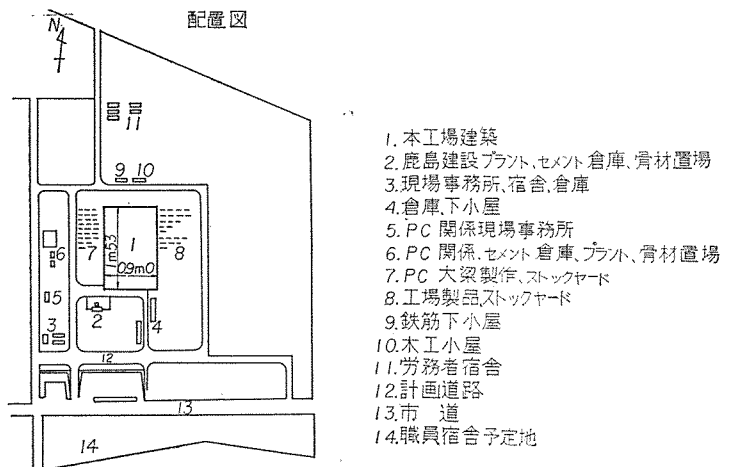
施工計画については次のように考えた。

工場において製作不可能な部材のみ現場施工し、運搬可能な部材は全部工場製作とする。

すなわち屋根版、軒ばり、間柱は工場製作、柱、大ばりは現場製作とし、工場の能力および現場の施工能力を検討して下記のように部材製作を分けた。

- 鹿島建設 基礎 柱コンクリート打設
- オリエンタル コンクリート 大ばり製作、架設、緊張 (多摩工場) 屋根版、間柱製作、架設
- 興和コンクリート (大月工場) 屋根版、軒ばり製作

図-5



1. 本工場建築
2. 鹿島建設プラント、セメント倉庫、骨材置場
3. 現場事務所、宿舎、倉庫
4. 倉庫、下小屋
5. PC 関係現場事務所
6. PC 関係、セメント倉庫、プラント、骨材置場
7. PC 大梁製作、ストックヤード
8. 工場製品ストックヤード
9. 鉄筋下小屋
10. 木工小屋
11. 労働者宿舎
12. 計画道路
13. 市道
14. 職員宿舎予定地

図-6

工事区分	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
根材工事	■	■					
基礎コンクリート打			■	■			
柱コンクリート打			■	■	■		
大梁コンクリート打			■	■	■	■	
大梁架設				■	■	■	
屋根版架設					■	■	
間柱取付						■	■

現場の製作作業面積，工場製品のストックヤード，機械設備の配置は部材の架設作業の動線を十分考慮して計画し図-5のように決定した。

すなわち鹿島建設の作業動線は南北に，オリエンタルは東西の動線とし作業動線の混乱を少なくし整理した。

現在までの実施工程を図-6に示し，以下この工程にもとづいて施工状況を説明する。

根伐はドラッグショベル UT-06 で掘削し地質は茶褐色の関東ロームで地耐力試験の結果，長期許容地耐力度 15 t/m<sup>2</sup>以上の値を得た。

基礎コンクリート打設はプラントよりコンクリートミキサトラックを使用して行なった。柱の PC 鋼線は写真-1 に示すようなデットアンカーを採用して基礎に埋め込んだ。PC 鋼線の基礎埋込み方式は今まで各種行なわれてきたが今回の方式が最も簡単で能率が上がった。

(1) 大ばりの製作および架設について

コンクリートの調合は次の点に留意して配合設計を行なった。

a) 大ばりの形状と配筋状態からスランブを 5~6 cm とした。

b) 型わくの回転能率を上げるためにコンクリート打設後 4 日目は緊張することとし，ラーメンばり  $F_3=300 \text{ kg/cm}^2$ ，単純ばり  $F_3=375 \text{ kg/cm}^2$  を目標強度とした。

c) 大ばりの製作期間が 1 月より 3 月にわたって行なわれるので気候条件を考慮し，また養生を十分行なった。

コンクリート打設には 16 切傾胴式ミキサを使用し，運搬トロで運んで組立て完了した型わくの中に投入，上

写真-1 柱の PC 鋼線の基礎アンカー配筋状況



部よりフレキシブルバイブレーターで内部振動を与えて締めた。型わくは木製である。型わくの数にはラーメンばり用 6 組，単純ばり用 6 組を用意し，型わくの回転は 9 回とした。ベースは 1 カ所に固定せずに 1 通りより 18 通りに向けて逐次移動して行なった。

コンクリート打ちは 1 日 2 本を目標とし，37.1.6 製作開始 37.4.4 終了した。

表-1 調査表 (1 m<sup>3</sup> 重量計量)

施工箇所	w/c	S/A	W	C	S	G	ポゾリス	スランブ cm	F <sub>4</sub> kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>28</sub> kg/cm <sup>2</sup>
単純ばり	36.6	36	150	410	683	1197	0.5%セメント	5	382	
ラーメンばり	37.0	33.4	133	360	657	1313	0.5%セメント	5	318	

(単純セメント) (No. 5)

表-2 製作工程

1日	2日	3日	4日	5日	6日
型わく建込み 鉄筋配筋	コンクリート打ち	型わく外し 養生		グラウト ストレス導入	型わく補修 はり横取り
コーン取りつけ シース・鋼線配置 インサート取りつけ			(シートかけコンロ)		

写真-2 ラーメン大ばりの PC 鋼線の配筋 (PC 鋼線は 12-φ7 8 ケーブル使用)

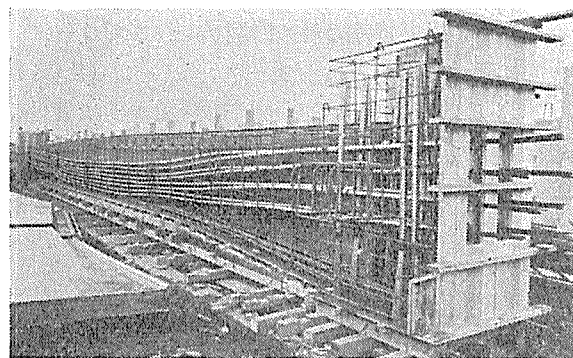
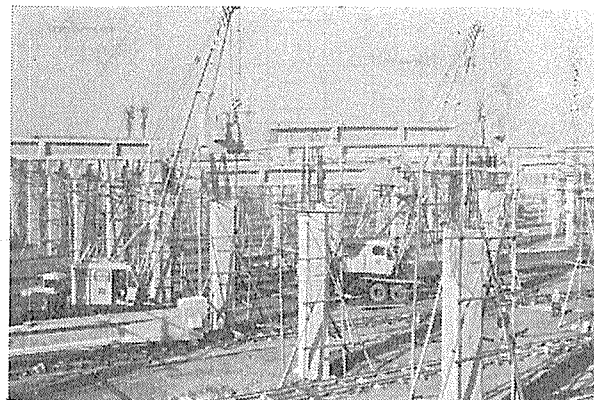


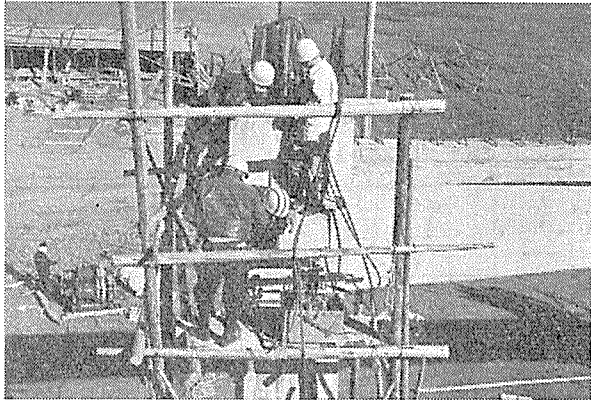
写真-3 大ばりの架設，トラッククレーン P & H 355 C-TC 2 台使用して架設 (架設能力 13 本/1 日を記録)



緊張グラウト終了後の大ばりは重量トロに乗せ架設場所までレール上を運び込んだ。大ばりの架設には門型クレーン2基1セット（吊り上げ能力 30t）を2組使用した（写真—3 参照）。

1組はラーメンばりのみを先行架設し、他の1組はラーメン完成後、単純ばりを逐次架設して行なった。ラーメンばりは所定の位置に架設後目地モルタルを詰め、所要強度に達したときに柱頭部にて柱とはりの緊張、グラ

写真—4 柱、はり接合部の応力導入状況  
（フレシネ ジャッキ 12φ7 用を使用）



ウトを行ない、ラーメンを構成する。この柱頭部の作業に要する日数はだいたい 4~5 日間であった。目地モルタル調合は容積比セメント：砂=1：1、w/c は 32% である（ $F_2=200 \text{ kg/cm}^2$ ）。

門型クレーン1組の架設能力は1日 1.5~2 本であった。架設途中、工期短縮のため門型クレーンでラーメンを集中的に架設し、その後トラック クレーン（P & H 355 C-TC）2台を使用して単純ばりを集中的に架設した。1日の架設能力（8時間）13 本を記録したが、この場合、基礎工事で荒された地盤をブルドーザーによってあらかじめ整地したことが、機械の能力を十分に発揮させた。架設機械として門型クレーンとトラック クレーンを比較すると、大ばりを吊り上げる速度はだいたい同じ

であるが、架設機械自身の移動ではトラック クレーンは 10~20 分くらい、門型クレーンは数時間を要した。

架設開始 37.2.3 架設完了 4.14

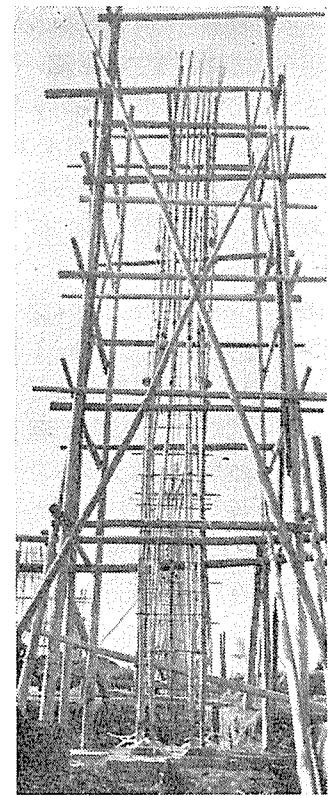
大ばり総数 108 本 日数 71 日 稼動日数 51 日  
108/71=1.52 本/1 日 108/51=2.14 本/1 日

架設工事を検討してみると今度の工事では架設能力は大ばりの製作能力を上まわり、しばしば架設作業で手待ちが起こった。将来架設機械としてトラック クレーンを使用する場合は、大ばりの製作能力を倍増するように計画しないと、十分にその能力を発揮させることができないと考えられる。一方この点に留意すれば、さらに工期を短縮することが可能である。

（2）柱のコンクリート打ち、および養生について

この建物は柱を除くすべての構造部材が組立て式になるのでその基準となる柱は柱中心で 15mm 以内の誤差とすることが要求された。高さ約 7m の独立柱の 2 方向を 15m 以内に施工することはむずかしいことであり、また PC に用いられるコンクリートは使用水量が少なく硬練りとなり、十分な締固めを得られないことになるので、強力な振動機を使用しなければならない。また柱のプレ

写真—5 柱の PC 鋼線、鉄筋の配筋（PC 鋼線は 12φ7 12 ケーブル使用）



図—7

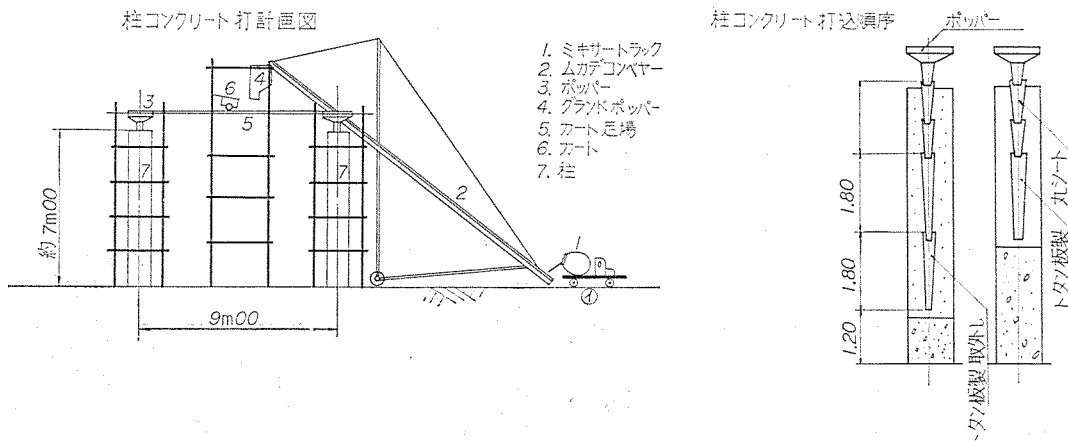
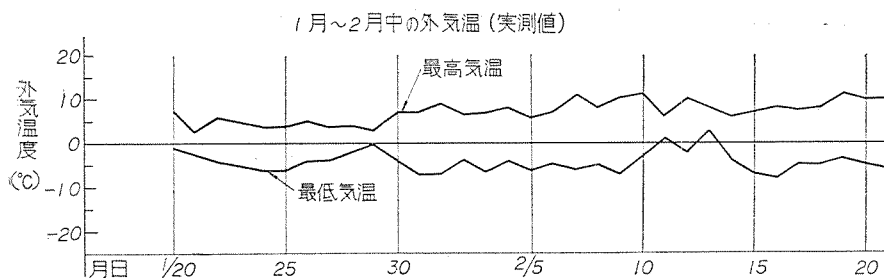


図-8



トスレス導入の時期は施工状況を検討すると、大ばりのように数日で導入するのではなく 2~3 週間後に導入作業が行なわれるので、大ばりのように初期強度はあまり要求されない。コンクリート打設方法として、プラント→ミキサカー→ムカデコンベヤ→足場上のポッパー→カート→柱の打込みの順序を採用するのでコンクリートの運搬を容易にするため流動性をよくしなければいけない。以上の諸点を検討し配合および打込み方法を決定した。

表-3 調合表 (1 m<sup>3</sup> 重量計量)

施工箇所	w/c	S/A	W	C	S	G	ボゾリス	スラブ
柱	39	32	136	350	588	1 250	0.5%セメント	18

圧縮試験結果

材令(日)	3	7	14	18
圧縮強度	178	324	363	403

気候条件は 図-8 に示すように最低気温 -8°C を記録し、かつ風が強くと当然養生しなければいけない。土木学会コンクリート標準示方書によると「早強セメントを用いるときには少なくとも 2 日間コンクリートの温度を約 10°C に保つのを標準とする。その後 3 日間は 0°C 以上に保つこと」とあるので、養生方法をいろいろ検討した結果、コンクリート養生線を使用し電熱養生とした。

写真-6 柱のコンクリート養生 (シートで被覆し電熱養生した)

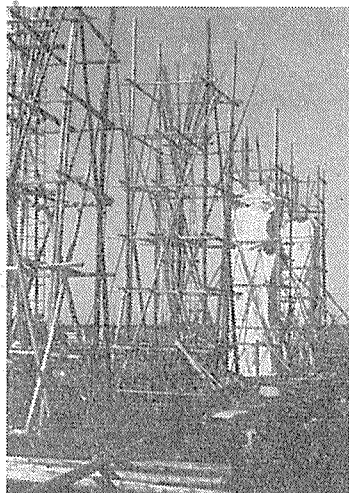
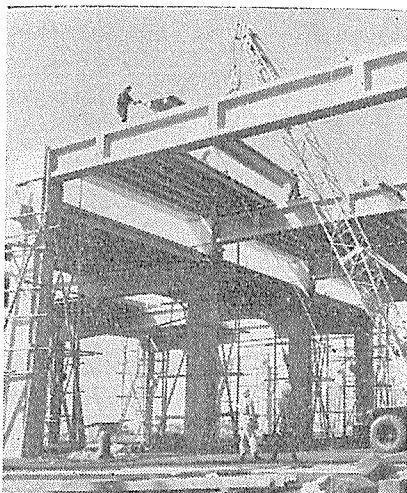


写真-7 WT 版、軒ばりの架設、トラッククレーン P & H 105-TC 1 台使用 (架設能力約 60 枚/1 日)



養生方法は型わく外面と被覆面(シート)との保温空間に養生線を配線した(写真-6 参照)。養生線は 200 V 1.5 kW 120m 2 組を柱 1 本あたりに使用し、移動取り扱い容易にするためパネル板に配線した。2 回の測定の結果、平均してシート内の温度を 10°C に保つことが

でき、初期の目的を達することができた。養生期間は 5 日間とした。柱のコンクリート打込みは 1 日 5 本を標準とし夕方までに養生準備を完了することにした。

### (3) WT スラブ軒ばりの架設について

軒ばりと WT スラブの荷重はだいたい同じなので、同じ作業で架設することができるため、A 通りより G 通り向って軒ばり、WT スラブ軒ばりの順序をくり返して架設できた。架設に使用した機械、労務者は次のとおりである。

機械	積込み レッカー(4.5t) 1 台	労務者	積込み	2 人
	送り込み トラック 1 台		架設 地上	2 人
	三輪車(改造) 1 台		屋根	2 人
架設	トラック クレーン (P & H 105-TC) 1 台	番付	1 人	
架設能力	架設期間	3月13日-3月31日	} 33 日間	
		4月11日-4月24日		
		屋根版 1318 枚、軒ばり 119 本、天窓小ばり 150 本		計 1587 個

1587 個/33=48 個/1 日

稼働 1 日平均 約 60 枚を架設できた。

工場製品の運送は多摩工場、大月工場よりトラックで搬入した。

## 4. む す び

現在作業はほぼ工程表どおり順調に進み、屋根版の架設は終了し接合部の鉄筋溶接、目地モルタル充填、間柱取り付けの作業が進められている。PC 工事を実施するとき常に問題となるのは製作作業面積、部材のストックヤードであるが、本工事では工場敷地が広大で建物周囲に付属屋の計画もなく十分に利用できるという、好条件があったので、いっそう工事が順調にいったといえる。

ほう大な量の PC 部材の製作、運搬、架設を通じ関係各社の非常な努力の結果、大きな支障もなく順調に工事を進行している。ここに鈴木金属臨時建設部、鹿島建設、オリエンタルコンクリート、興和コンクリートの関係各位に対して深謝する次第である。

1962.4.20・受付