

コクヨ(株)府中配送センター新築工事の設計と施工について

酒 井 浩*
前 谷 満 歳**
寺 沢 輝 夫***
木 村 義 男****

1. はじめに

ここに紹介する建物は、事務機器用品から家具・インテリアまでの総合メーカーであるコクヨ株式会社の商品を備蓄する大規模な自家用平倉庫である。全国各地の工場から大型トレーラーなどで陸送されてきた商品がここにストックされ、関東一円の代理店へ地域ごとに出荷されて行く、いわゆる配送センターとして計画され、このたびその完成をみた。

以下、この建物の主要構造に組立式PC構造を採用したいきさつと、その設計および施工の概要をPC部分を中心として報告する。

建物の概要は次のとおりである。

工 事 名：コクヨ(株)府中配送センター新築工事
建 築 地：東京都府中市西原町1丁目5番地
工 期：昭和49年1月7日～昭和49年11月7日

設 計 監 理：GS 建築研究所

構 造 設 計：MAS 構造設計事務所

施 工：(株)竹中工務店 東京支店

PC部施工：オリエンタルコンクリート(株)

敷地面積：8152.35 m²

建築面積：4852.36 m²

床面積：1 F 4841.32 m²

M 2 F 68.77 m²

2 F 4756.29 m²

3 F 4756.29 m²

4 F 2997.64 m²

延床面積 17220.31 m²

建物の高さ：17.0 m

軒の高さ：16.383 m

1階の床高：GLより -0.55 m

主階の高さ：4.20 m, 4.70 m

基準天井高：3.80 m

2. 設計条件

この建築の設計にあたって施主側より提示された要望、敷地の状況および法的規制などの主なものを列記する。

1) 南北約44.5 m, 東西約185 m, 東に幅員6 mの前面道路, 西側に幅員28 mの都市計画道路に接する敷地を有効に使い, 60%の建ぺい率いっばいに建てたい。

2) 悪天候の日でも荷卸しや出荷の能力を下げないように1階を荷捌き場とし, 建物内を大型トレーラーがとおり抜けられる通路をとる。これにともない1階通路の有効内法高は4.25 m以上, 荷捌き場のそれは4.3 m以上を確保する。また倉庫内の天井高は3.8 m以上とし, 通路でも最低3.4 mとする。

一方, 前面道路の幅員の関係より, 建物の絶対高さは17.0 mにおさえられ, また北側隣地の日照条件をよくするために, 建物の北側の高さを13 m以内にする制限がつけられた。

3) 荷捌きの便を考慮して全般的に柱間を大きくし, 柱の本数および内壁を減らし, 機能第一とする。

4) 倉庫の絶対面積が不足し, 貸倉庫を利用している状況であるので, 工期を一日でも短縮させる。

3. 構造方式の選定

前項に記した設計条件をみたすため, 下記の各構造形式についてそれぞれの適否を検討した。

(1) RC造の否定

限られた絶対高さ内で所定の有効内法高を確保し, かつ階数を4層にするには, スパンも大きくとばせず, 柱の本数が増えて有効床面積が減少し, また作業能率も劣化する。またS造や組立式PC造と比較して工期が長くなる。

* GS 建築研究所 所長

** MAS 構造設計事務所 所長

*** オリエンタルコンクリート(株) 建築支店工務部長

**** オリエンタルコンクリート(株) 建築支店工務部設計課

(2) S造, SRC造の否定

S造では、床の積載荷重が大きくなる
とはりのたわみが大きくなり振動をおこし
やすく、またはりせいも大きくなり、した
がって、鉄骨量が増加して高価となる。

さらに鉄骨は耐火性に欠けるため耐火被
覆を必要とするが、吹付石綿等の被覆材は
荷物などの接触により欠損したりして機能
的でなく、かつ仕上工事費が高くつくこ
とになる。

以上の欠点を補う目的で SRC造を考
えた場合は、工期がRC造より長くなり、
また工費も割高となる。

(3) 組立式PC構造のメリット

この建物の内包する機能が単純でかつ大
きな平倉庫であるため、各スパン同じ断面
の部材を繰返し使用することができ、数量
的にもまとまって型枠費も充分償却するこ
とができる。

またはり材の長さが 20 m 前後でPCの
経済性を発揮させるのに適したものであ
り、運搬・建方の便もよく、かつ厳しいは
りせいの制限をも満足することができる。

組立式PC構造の建設単価は、現場打一
体式PC構造のそれに比べて多少割高につ
く。しかし基礎工事などの現場作業に並行
してPC部材の製作が進められるために工
期を短縮することができ、それだけ日数分
の貸倉庫の倉敷料を計算すると、前者の方
が逆にメリットを生じてくることになる。

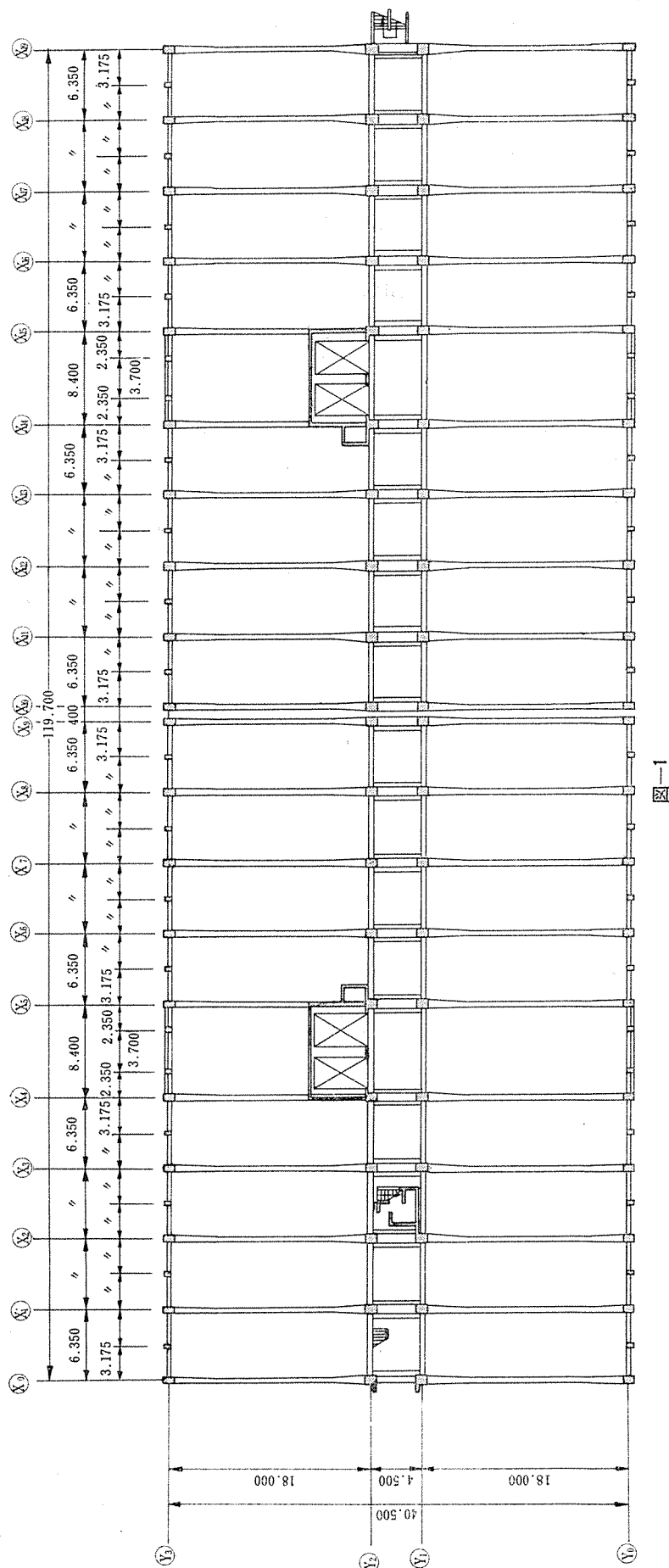
(4) RC造と組立式PC併用ラーメン構造の採用

以上の如き検討により組立式PC構造を
採用することとしたが、地上部分全体をこ
れでまかなう場合には、部材の種類および
数量が増加し、これにともない部材の製作
工期の延長や仕口の複雑化を招来するおそ
れがある。

そこで建物の機能に合わせて、倉庫部は
組立式PC造、通路部を現場打RC造と分
離し、工期を最短とするようなバランスを
とり、かつコストダウンをはかることとし
た。

4. 構造設計

(1) 使用材料



報 告

コンクリート：プレキャスト部材 $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
 (第1種軽量コンクリート)
 現場打ちコア部分 $F_c=270 \text{ kg/cm}^2$
 基礎および地中ばり $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$

鉄 筋： : D29 SD 35
 D25~D10 SD 30

PC 鋼 材：大ばり 9-9.3φ PCストランド
 (OBC 工法)
 SBPR 110/125 26φ
 SBPD 110/125 23φ
 DT 版 10.8φ PCストランド

(2) 構造計画

桁行方向がかなり長い(120 m)ため、地震時の振動や温度変化等による建物の変形を考慮し、図-1に見られる如く中央にエクステンションジョイントを設けた。またスパン方向については、図-2に示すように、両側に18 m スパンのフレームをおき、中央の4.5 m スパンをスラブで結合する方法をとった。なおこの4.5 m 部分については、3.(4)に記した如く、これを支持する柱とともに現場打RC造とし、プレキャスト部材の架設に先立って施工しておき、部材の建込みに際しての定規としても利用できるように考えた。

(3) 部材数選定の方針

施工の効率を高めるため、部材の種類と個数をできるだけ少なくすることに努め、同時に運搬・架設用重機的能力を最大限に発揮させるべく、おのおの部材のユニットをその範囲内で大きくするように努めた。これにと

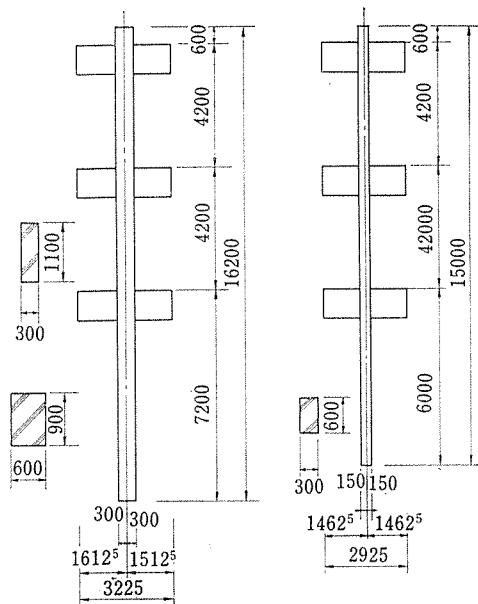


図-3

もなって柱を含むすべてのプレキャスト部材に第1種軽量コンクリート ($\gamma=2.0$) を使用することとした。

(4) 柱

上記の理由から、柱と桁はりとを同一部材にまとめて写真や図に見られる如く羊型の柱とした。この際、桁行スパン 6.15 m のままでは運搬や建方に不都合を生ずるので、柱と柱の中間に同じように羊型の間柱(柱としての耐力は期待せず、三層の桁ばりを支える材)を入れることで解決した。なおこの間柱は、外壁 ALC 版の受け材や雨樋の化粧としての機能をもあわせて持たせている(図-3)。

柱脚の処理に関しては、施工時において柱が自立できることに主眼をおき、比較的安かかつ信頼性の高いホゾ式を採用した。

(5) スパン方向の大ばりの主ケーブル

大ばりを柱に圧着させるためには、従来からPC鋼棒のカップラージョイントによる方法がとられてきた。しかし本工事では施工が複雑化する傾向にある鋼棒のジョイント作業を省き、かつPC鋼棒より材料強度の高いPCストランドからなる OBC 工法を使用することとした。

これは、スパン方向ばりが DT 版架設時までは単純支持の状態におかれ、したがって、全体としてはり端に生ずる曲げモーメントが減少し、中央のそれが増加するという組立式PC造の特長を利用

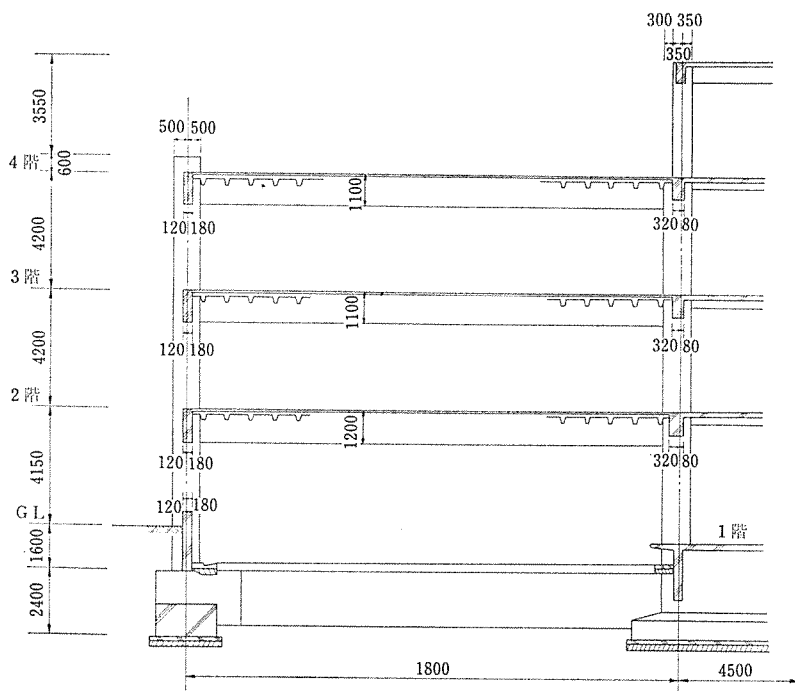


図-2

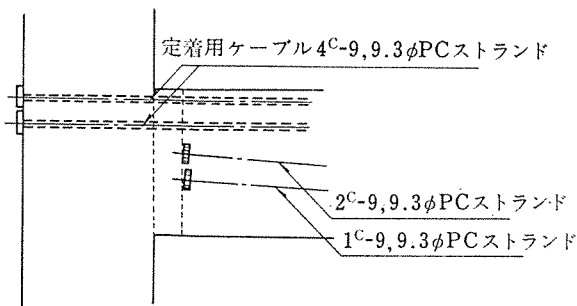


図-4 定着用ケーブル

することによって可能となった。

すなわち、架設時までの部材応力に対応する分のみのプレストレスを1次緊張により導入し、残りのケーブルは図-4に示すごとく建方完了後に柱の外側より2次緊張してフレームを完成し、いずれの荷重状態においてもプレストレスをバランスさせた。

なお、架設時には、この2次緊張用ケーブルのそう入、くさびの仮打ちをすることにより、フレーム形成前の段階において、地震などの予期せぬ力による大ばりの転倒を防止することとした。

(6) 無応力PC鋼棒の追加

前項に述べた如く、はり端部は長期荷重による応力が小さく、PCケーブルも断面上端に配置すればよいが、地震時にははり下端にも引張応力を生ずる。このためPC鋼材をはり下端に入れるとPC鋼棒の重心が下がり、上端にPC鋼材を追加しなければならないという不合理が生ずることになる。そこではり下端には無応力のPC鋼棒を配置して短期応力に対応させるよう考えた。

この無応力鋼棒は、フレーム形成後に柱の外側よりシース内にそう入し、入念に施工したグラウトの付着力によりその耐力を期待した。その目的のため、付着性のよい異形PC鋼棒(住友電工製ゲビンデスターブ)と、高強度でかつブリージングのないグラウトを用いることとし、実験によりその安全性を確認した。

(7) ブラケット

架設作業の能率を高める目的から、大ばり断面内に内

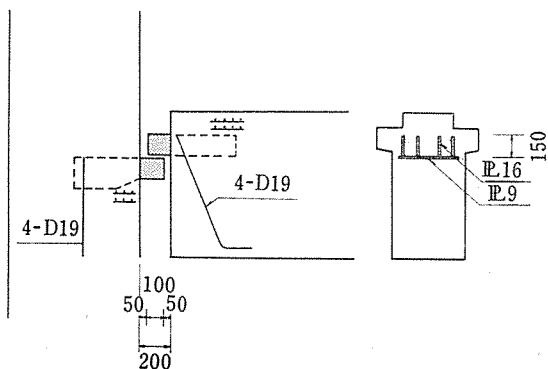


図-5 架設用ブラケット

蔵された鋼製のブラケットを柱およびはり端に設けることとした。このブラケットは、建物完成後の大ばり端部のせん断力に対する余力としての機能を持ち、かつ、意匠上および建物の用途上の理由によりブラケットを部材の外部に出したくないという条件にも合致させた(図-5)。

(8) 桁行方向大ばり

桁行方向大ばりはDT版の架設方向から自明の如く、長期応力がほとんどなく、地震時応力のみに対するものである。したがって、30×110の断面の上下に各1本ずつのPCケーブルを配置するのみで、十分な耐力を得られる。

また(4)で述べた如く、間柱を設けたことにより、桁行方向ばりの継手位置がスパンの1/4という応力の小さいところにもってくることができ、この点からも有効な計画であったといえよう。

なお1階については、プレキャストされた耐力壁を数箇所設けて、2階ばりに生ずる応力を低減した(図-6)。

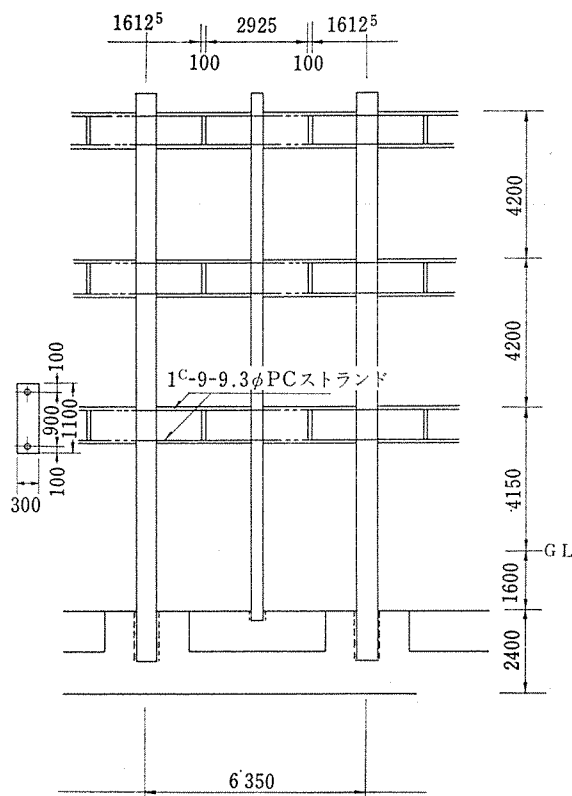


図-6

(9) 床版

床版は積載荷重の大きいこともあって既存のDT版が使用できないため、建物のモジュールに合わせて広幅のDT版を採用し、天井高を稼ぐため端部を切欠き矩形断面とした。さらに建物の用途上、倉庫内でフォークリフト等が走ることを考慮して、プレキャスト部材の上に図

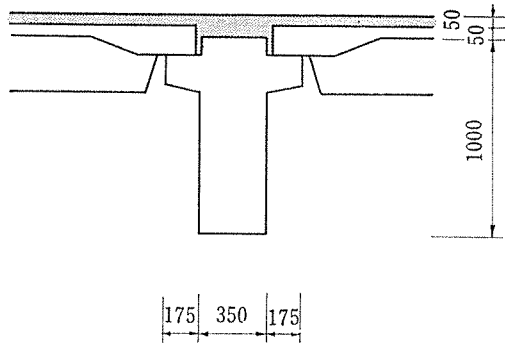


図-7

図-7のように、メッシュ筋を入れた厚さ5cm(大ぶり上では10cm)のトップコンクリートを打設して合成し、床剛性を現場打ち構造に近づけるようにした。

(10) 施工順序の決定

以上各項の方針に従って設計した結果をまとめ、図-8の①～⑤のような施工順序とした。

(11) 工事数量

完成した設計図より積算した主要材料についての数量と、PC部の単位面積当りの数量は表-1に示すとおりであり、比較的大きな積載荷重をうける倉庫建築としては経済的な設計となった。

表-1 主要材料の所要数量

	部材数 (本)	コンクリート (m ³)	鉄筋 (t)	PC鋼材 (t)
柱	40	490	107	—
間柱	40	227	44.5	—
大ぶり	120	915	163	72.4
D T版	1 062	1 333	215.5	56.2
現場打	—	845	80	49.4
計	1 262	3 810	610	178.0
1 m ² 当り	0.098	0.295	0.047	0.014

注：ワイヤーメッシュは鉄筋の項に含む

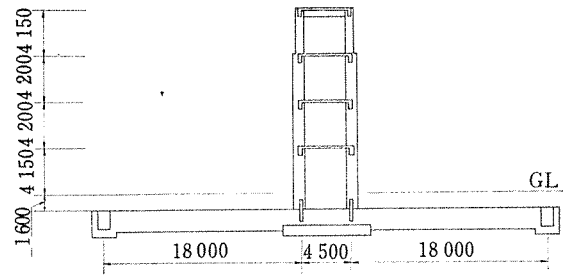
5. 施 工

(1) 部材製作

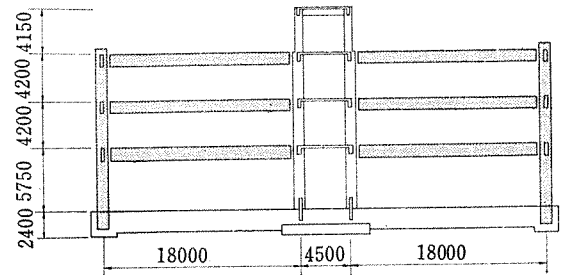
部材はオリエンタルコンクリート(株)の多摩工場と真岡工場の2工場において製作した。表-2に部材リストを示す。

型枠はすべて鋼製とし、その転用回数は40~80回とした。各部材とも気泡のでやすい軽量コンクリートであり、しかも打放し仕上げであるため、コンクリートの打設に際しては、棒状バイブレーターを用いて細心の注意を払って締固めた。

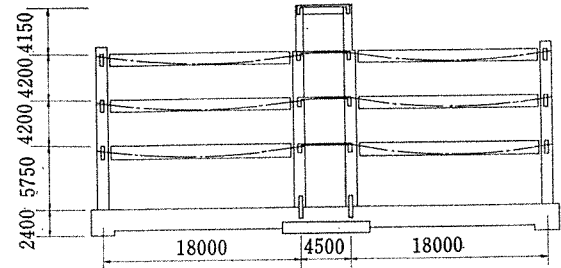
各部材のコンクリートの調合および圧縮強度試験結果を表-3に示す。



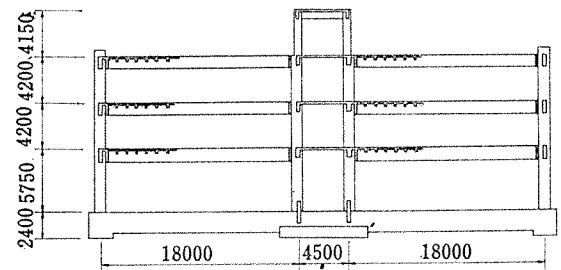
① 現場打部分 Y₁~Y₂ の施工R階まで



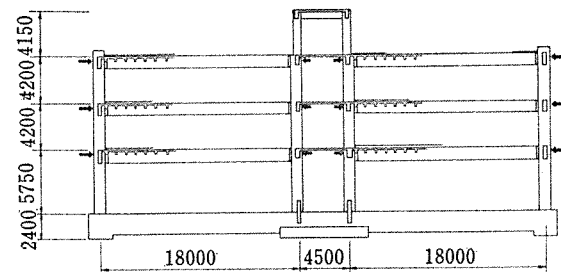
② PC大ぶりおよび柱、間柱の架設



③ 結合用PC鋼材のそ入(スパン桁方向とも)



④ DT版の架設および端部目地コンクリート打設



⑤ 結合用PC鋼材の緊張およびトップコンクリートの打設

図-8

部材が大きいことと、三方向の取合いの関係から、部材にかなりの精度が要求された。したがって、製作時はもちろん、ストック中においても、部材に変形を生じさせないよう支持方法などに留意した。

表-2 PC部材リスト

	長さ (m)	幅 (m)	単体重量 (t)	部材数	総重量 (t)	製作期間
柱	16.10	3.00	25.0	40	1000	2月21日～4月30日
間柱	15.00	3.00	10.0	40	400	2月21日～4月30日
大ばり	16.50	0.35	15.0	120	1800	2月12日～5月25日
D T版	5.90	1.75	2.3	1062	2450	1月13日～2月25日
雑				243	250	4月1日～7月10日

注：各部材の形状寸法はその代表的なものを示す。

表-3 コンクリートの調合と4週圧縮強度

	設計強度 (kg/cm ²)	粗骨材の 最大径 (mm)	スランプト (cm)	水セメント 比 (%)	粗細 骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				粗骨材 の 種 類	4 週圧縮強度 (kg/cm ²) ()内は平均値
						セメント	本	粗骨材	細骨材		
柱・間柱	400	15	5	33.0	36.5	479	158	544	軽123 川443	軽量	458～546(503)
大ばり・D T版	400	15	8	39.3	47.0	427	168	516	837	普通	439～501(460)
目地コンクリート	400	25	15	33.1	32.9	541	180	983	639	普通	479～522(504)
トップコンクリート	300	15	18	48.0	56.9	386	185	738	966	普通	309～350(331)

注：混和材としてポゾリス 5L を 0.5% 使用した。

(2) 柱の建方

工場における部材製作と並行して現場で進められていた基礎・地中ばりおよび中央のコア部分が完了したのち、柱の搬入、架設にとりかかった。

〒型柱と間柱の建込みには、能力 60 t のトラッククレーンと 30 t のトラッククレーンの 2 台を使って、ポルトレラーで搬入された部材を直接吊上げ、柱脚が地表につかないようにしながら鉛直にし、広さ 70×100 cm、深さ 150 cm のホゾ穴に納めて木製くさびによって建入れを調整した。

5本の柱と4本の間柱を建込んだのち、桁ばりにPCストランドをそう入、さらに柱脚目地のコンクリートを打設して固定した。

柱の建込みに要した日数は 13.5 日、1日平均6本の柱の建込みを行ったことになる。

(3) PC大ばりおよびDT版の架設

柱の建込み完了に引き続き、PC大ばりとDT版の架設を開始した。現場敷地の関係から部材のストックは不可能であり、かつ部材の架設順序がきまっているため、現場と工場相互の連絡を密にしながら、1日分の架設量である大ばり6本とDT版60枚を、ポルトレラー2台とトラック12台を搬入した。60tトラッククレーンにより2階からR階へと埋込みブラケットの上で大ばりを架設し、2スパン(大ばり6本)を終了した時点で、2階用DT版からR階用DT版へと順次架設していった。その間、はり端のシーズジョイント、PCストランドや異形PC鋼棒のそう入、目地の型枠取付け等の諸作業も、架設を追うように並行して進められた。

架設開始が6月7日であり、雨期と重なった悪条件にもかかわらず、7月8日には120本のPC大ばりと1062枚のDT版の架設を完了、当初の予定工期を大幅に短縮できたことは、取付方法の簡易化と施工計画の成功によ

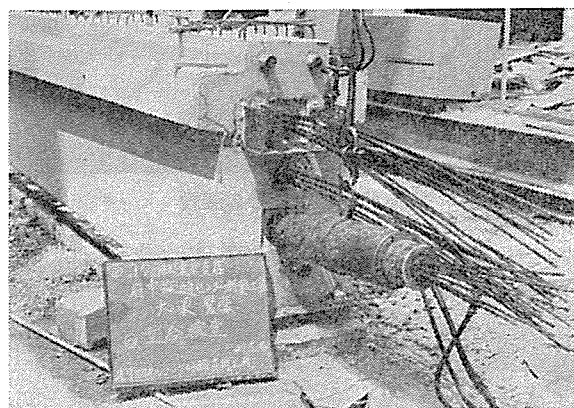


写真-1 大ばりの緊張作業(ブラケットとOBCジャッキ)

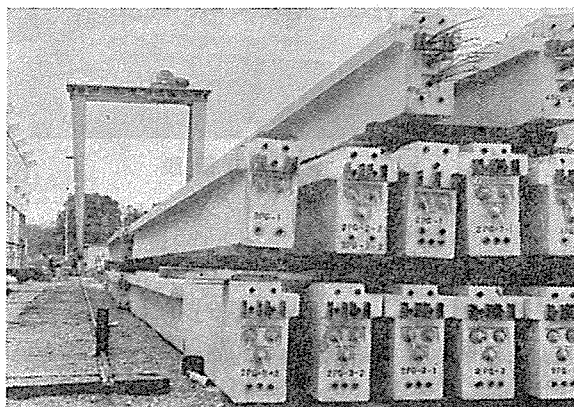


写真-2 スtockされた大ばり

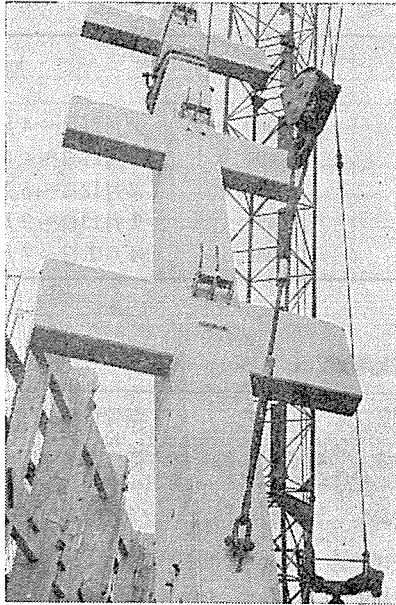


写真-3 3柱の建方

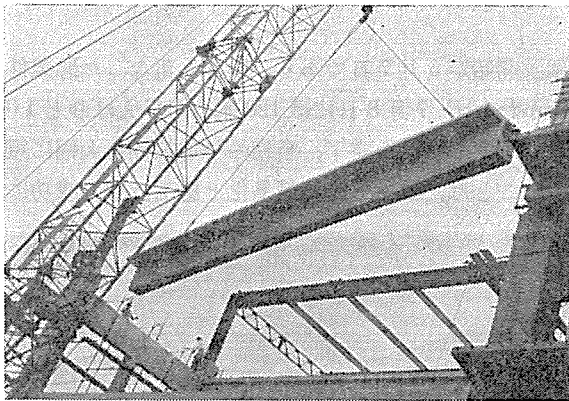


写真-4 大ばりの架設

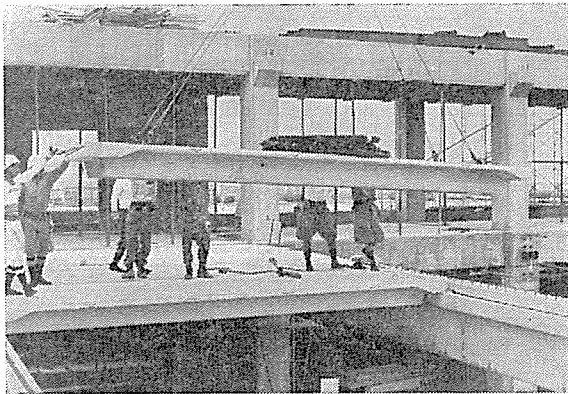


写真-5 DT版の架設

るものと考えられる。

(4) 目地コンクリートおよびストレス導入

架設作業完了後、建物全体を4ブロックに分け、各ブロックごとに大ばり間の目地(20 cm)、桁ばり相互の目地(10 cm)に普通コンクリート ($F_c=400 \text{ kg/cm}^2$) を打設した。この際の型枠は木製で表面加工したものを

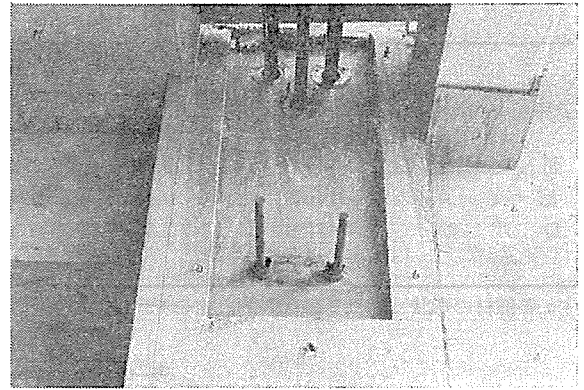


写真-6 RC柱にセットされたOBCケーブルと異形PC鋼棒

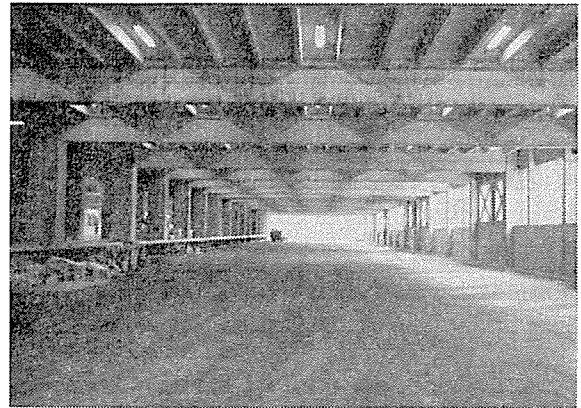


写真-7 躯体完成時の1階内部

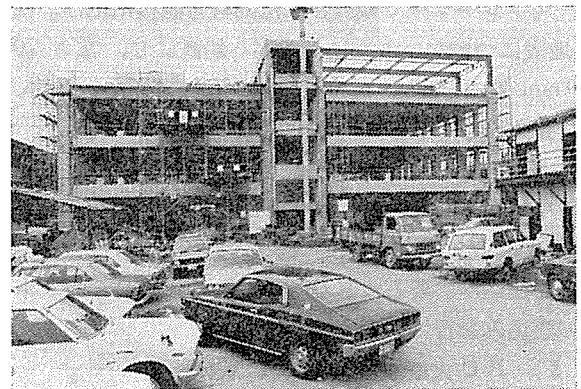


写真-8 躯体完成時の外観

いた。

所定強度の発現をまって、スパン方向のOBCケーブルを両引き、桁方向はOBCケーブルとPC鋼棒を片引きしてストレス導入を完了した。作業緊張力は下記のとおりである。

OBCケーブル 9-9.3φ 57.3 t

PC鋼棒 SBPR 110/125 26φ 38.9 t

(5) グラウトおよびトップコンクリート

緊張完了したケーブルへのグラウト注入と並行し、床版上の配筋やDT版のシャーコネクターの溶接を行い、

表-4 グラウトの調合

	W/C+E _x	単 位 量 (kg/m ³)				
		セメント	水	エキスパン	ポゾリス#8	アルミ粉
エキスパングラウト	0.45	1 209	585	91	2.28	—
一般のグラウト	0.45	1 300	585	—	3.28	0.13

トップコンクリート ($F_c=300 \text{ kg/cm}^2$) を打設した。ついで大ばり下端の無応力鋼棒のグラウトを施工して躯体工事を完了した。

この無応力鋼棒は構造設計の項で述べた如く付着定着によって機能を発揮するものであり、固定荷重による大ばりの変形をおこさせた後にグラウトを施工し、地震力に対応させるために最終工程としたものである。

このグラウトには設計の項で述べた性質が要求されるため、小野田セメント(株)中央研究所の御協力により、エキスパン系のグラウト材を使用して効果をあげることができた。グラウトの調合は表-4のとおりである。

6. あとがき

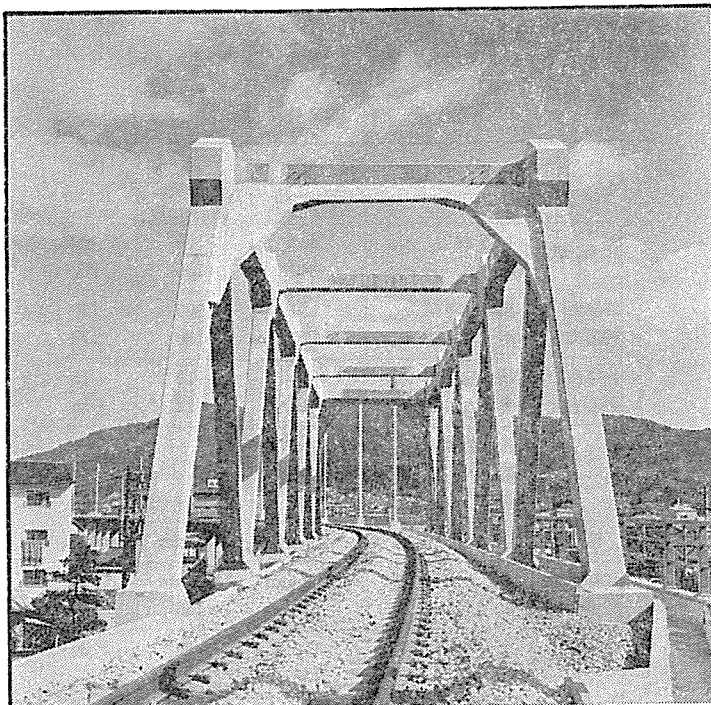
この計画がたてられたのは昭和 48 年 4 月であり、当時は建築工事費 32 900 円/m² (内 PC 工事費 23 100 円/

m²)、設備工事を含めた総工費で 40 600 円/m² の予算を考えていた。しかし日照権問題などで着工が大幅におくれ、昭和 48 年後期から 49 年にかけての予期せぬインフレに直面してしまい、結局 62 000 円/m² を要してしまったことは、この建築のみに限らないこととはいえ残念であった。

今回の工事を振り返り、関係者間の協力により、その建築に適した PC 部材の仕口の処理や架設計画などがシビアに検討されて行けば、コスト面でも決して他の工法にひけをとらず、今後需要も倍加するものと考えられる。

最後に本工事に対し多大の御理解と御協力をいただきましたコクヨ株式会社ならびに竹中工務店の各位と、実験の御指導をたまわりました法政大学教授 青木 繁博士に厚く御礼申し上げます。

1974.11.5・受付



PC長大橋梁に 豊富な経験

山陽新幹線
岩鼻架道橋
(PCトラス)

KK オリエンタルコンクリート株式会社

取締役社長 東 善 郎

東京都千代田区五番町五番地 TEL (261)1171(代)