

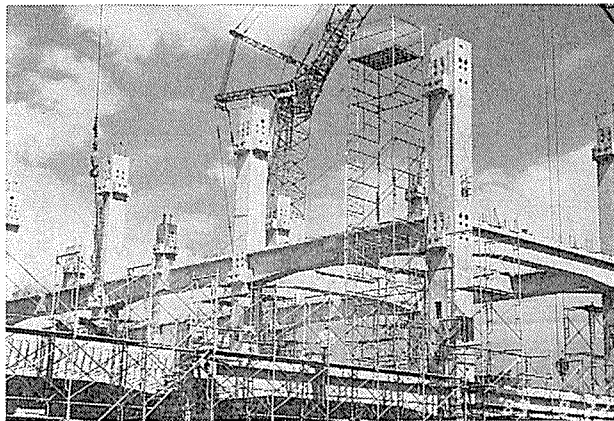
急速施工によるプレキャスト PC ラーメン構法

—神奈川システム物流センター—

田 辺 恵 三*

1. はじめに

本建物は、世界の電気メーカーを誇る日立電気（株）の物流ハイテクセンターである。各工場で生産された電子部品などのハイテク製品を集め、種類別に仕分けして、製品チェックを行い、自動倉庫棟（ラック棟）に保管させる自動倉庫としての機能と、保管から品質管理、出荷までをコンピューター管理により自動処理する機能を備えた施設である。これまでの倉庫や物流センターは、外壁を殆んど無開口とした耐震壁構造とアンボンドフラットスラブ工法が適用されてきたが、特に平成元年に入ってから民活による建設ラッシュが続き、労務事情が急変して、厳しい環境になってきたため、在来工法では建設工期の遅延を招いているのが現状である。と同時に、熟練労働者を多数必要とするアンボンドフラット



写真—1



* Keizo TANABE
黒沢建設（株）取締役設計部長

スラブ工法による場所打ち工法は、労務コストの上昇から、躯体コストをアップさせてきている。

本建物では、多様な機能をもつハイテク倉庫であることから、空間構成の自由にできる 10 m×10 m のグリッドによるラーメン構造として計画し、在来の場所打ち工法では建築工期は1年以上かかることから、プレキャストプレストレスコンクリート構造による柱自立工法を適用することによって躯体工期を 1/3 に短縮し、現場の熟練労働者を 1/6 に省力化することを可能とさせて、建設工期を 9 か月で完工させている（写真—1）。

2. 概 要

2.1 建物概要

隣接して建てられた自動倉庫棟は鉄骨造でつくられ、本棟とはコンピューター管理によりベルトコンベアー輸送システムにより連動させている。

1階は、入出荷作業場、保管室を主として使用し、2階、4階を仕分室、3階、5階を検査室としている。

建物の2階平面図を図—1に示す。

建設地：神奈川県秦野市堀山下秦野テクノパーク内

敷地面積：13 100.75 m²

建築面積：3 848.52 m²

延面積：12 172.09 m² (16 828.19 m²)

() 内はラック棟を含む

用途地域：工業地域

規模：地上5階建

構造：プレキャスト PC ラーメン造

定着工法：柱；PC 鋼棒 32 φ, 39.5 t (重量)

梁；KTB 工法 7×12.7 φ, 121.0 t

外壁；PC 鋼棒 26 φ, 7.3 t

発注者：株式会社日立物流

設計監理者：株式会社日立建設設計

請負者：黒沢建設株式会社

工期：平成元年4月4日～平成2年1月10日

組立工期：55日

2.2 構造概要

本建物は全階とも、積載荷重は床用 800 kg/m²、柱・梁用 640 kg/m²、地震用 480 kg/m² で設計している。構

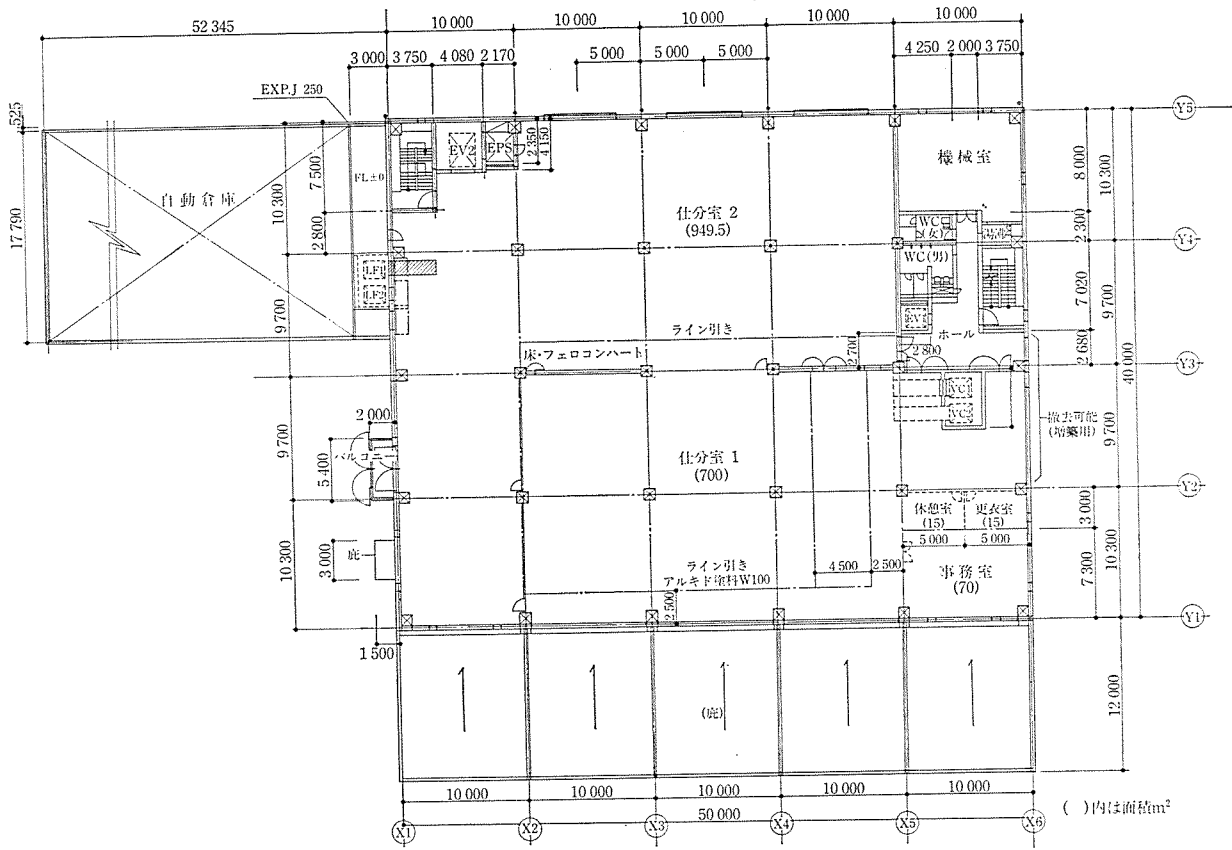


図-1 2階平面図

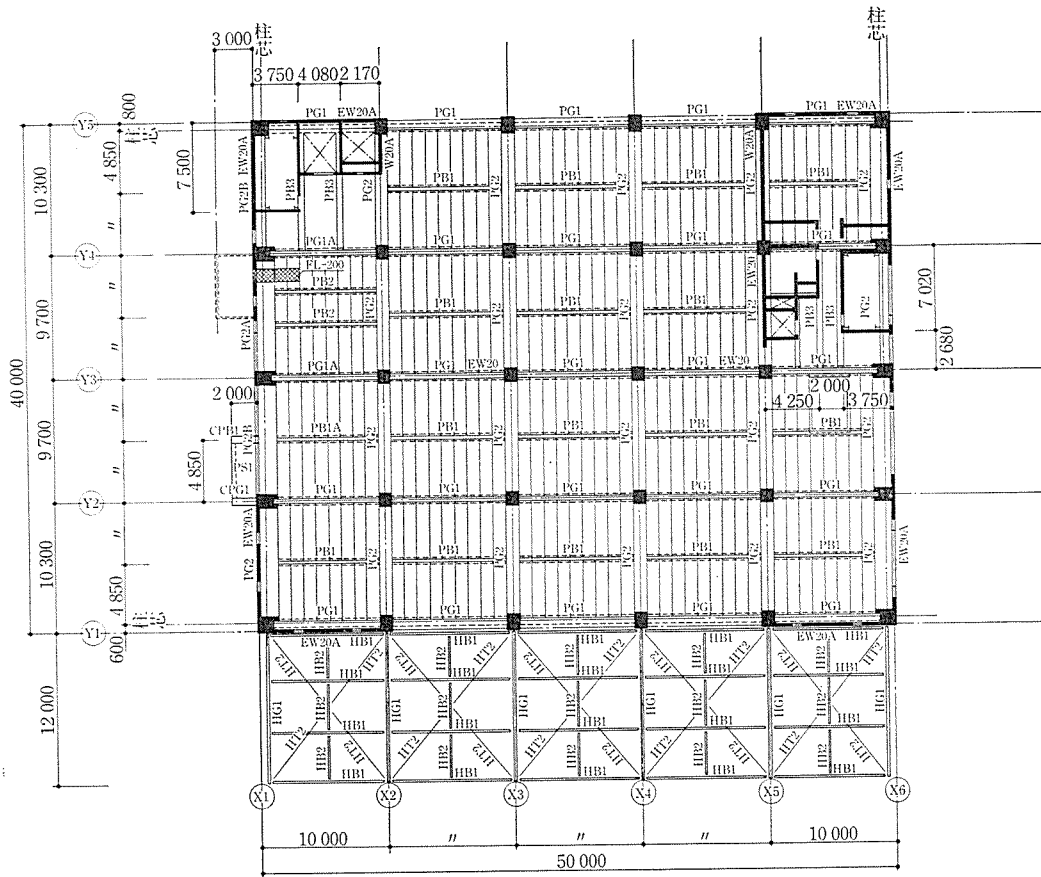


図-2 2階梁伏図

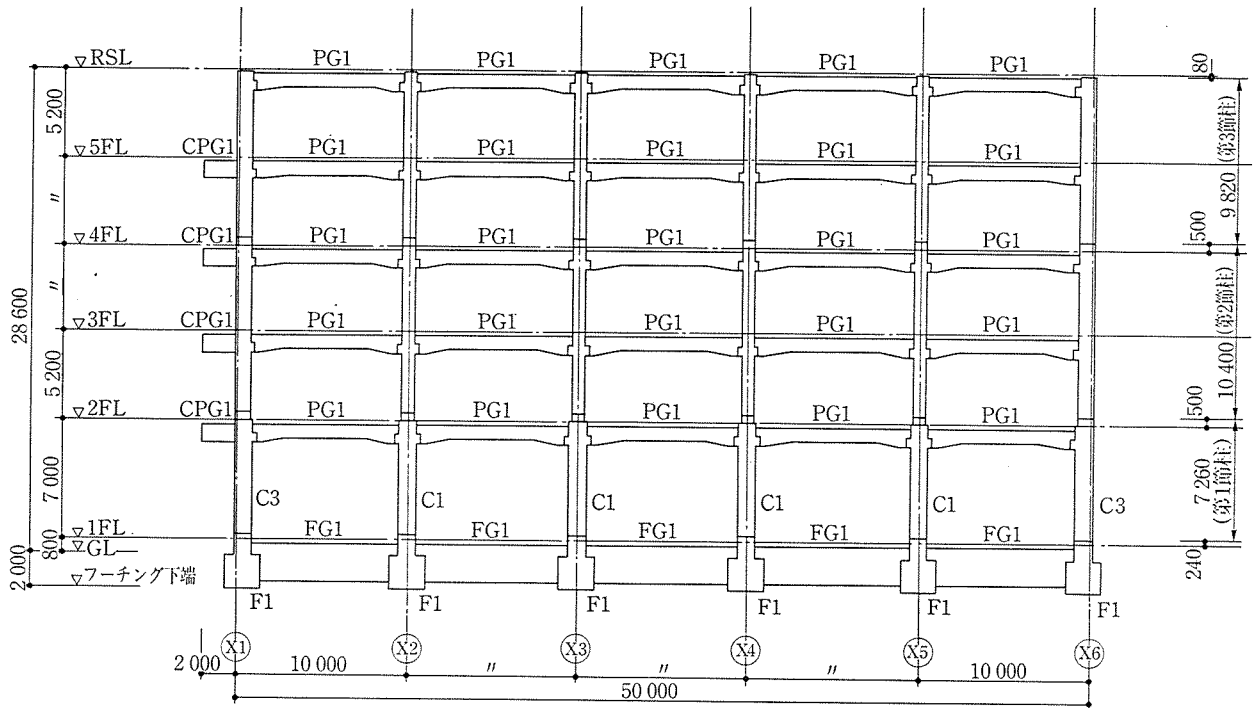


図-3 Y2 通り軸組図

造計画は、10m×10m グリットの PC ラーメン構造を主体とし、1～3 階の仕切壁を有効に使用して、偏心率を満足するように耐震壁として利用させ、1 階では 40% の耐震壁負担としている。設計法は、終局強度法で設計し、構造特性係数は 0.35 である。

2 階の梁伏を図-2 に、軸組を図-3 に示す。

2.3 プレキャスト PC 工法の選択理由

本建物に、プレキャスト PC 工法を適用した場合、在来工法の PC 造と比較して、次の 4 点において最大なメリットがあったことから、本工法を採用した。

- ① 現場熟練工を 1/6 にできる。
- ② 1 階～5 階の躯体工期を約 1/3～1/2 に短縮できる。
- ③ 労務コスト上昇の影響が少ない。
- ④ 工期遅延による経費増大がない。

この結果、在来工法よりコストが正確に把握でき、コストコントロールが容易となる。

本建物を例にとれば、現場の必要な型枠大工数は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{型枠面積} &= \text{延床面積} \times 4 \text{ m}^2/\text{m}^2 \\ &= 12\,000 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 48\,000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{型枠大工延人数} &= \text{型枠面積} \div 1 \text{ 人 1 日 当り 施工面積} \\ &(\text{m}^2/\text{人} \cdot \text{日}) = 48\,000/7 = 6\,857 \text{ 人} \cdot \text{日} \end{aligned}$$

在来工法の躯体工期を、1 か月当り実働日数を 24 日として算出すると、

$$\text{鉄筋コンクリートの工期} \cdots (5 \text{ 階} + 1) \times 24 = 144 \text{ 日}$$

したがって、必要型枠大工数

$$\begin{aligned} \text{必要な型枠大工数} &= \frac{\text{型枠大工延人数}}{\text{鉄筋コンクリートの工期}} \\ &= \frac{6\,857 \text{ 人} \cdot \text{日}}{144 \text{ 日}} = 47.6 \rightarrow 48 \text{ 人} \end{aligned}$$

よって、型枠大工 48 人を必要とする。

現在の厳しい労務事情において、一つの現場で、48 人の型枠大工を集めなければならない在来工法を適用することがいかに難しいかがわかる。

2.4 プレキャスト PC 造における場所打ち耐震の問題点とその解決法

プレキャスト PC ラーメン構造において、通常は場所打ち耐震壁とラーメン構造を一体にする構造は、建築基準法施行令 78 条の 2 によって RC 造耐震壁の周辺の柱、梁との接合部分の一体性について解明が難しいとの点から、建築主事の判断を越えるものとして、特殊構造扱いとし、日本建築センターの評定を受けなければ、確認申請は受けつけてもらえない例が多い。このことが日本におけるプレキャストフレーム構造の普及を難しくし、現在の建設技術レベルと社会状況にそぐわないものとなっている。また、個別ごとに毎回、日本建築センターの評定を受けるため、実験を行って、場所打ち工法と同等以上であることを確認することを義務づけられることは、一般の設計事務所の設計技術者に対して、相当の負担を強いる結果となっているのが現状である。

本建物のように、柱、大梁の部材接合が平面的にまた

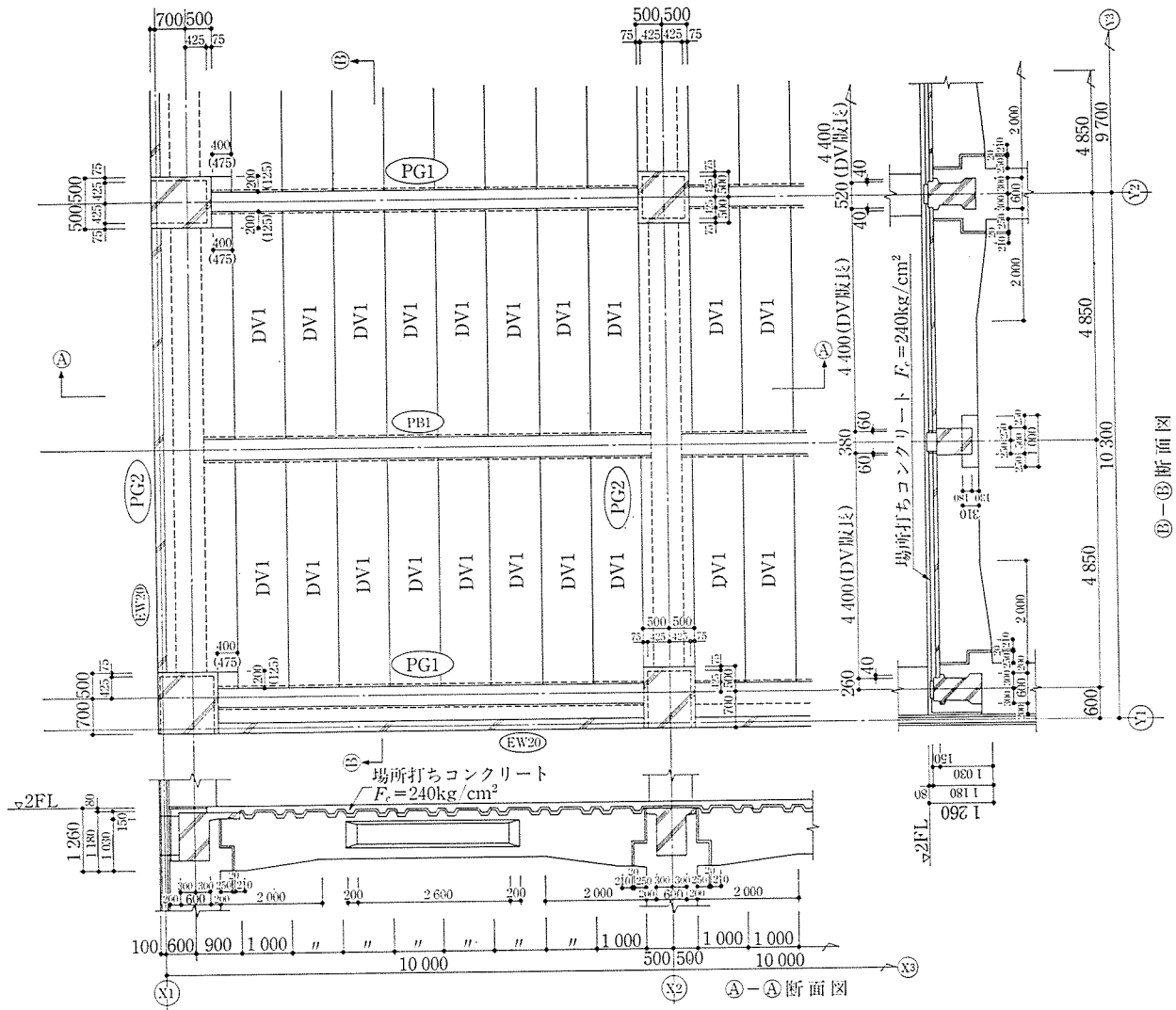


図-4 基準階平面詳細図

立体的にプレストレスが導入されて、PC 構造フレームの面内に配置された場所打ち耐震壁の接合方法は、プレキャスト RC ラーメン構造における耐震壁とは全く機構が違って、耐震壁の周辺部分に柱、大梁よりプレストレスが導入されるため、一体性に対して十分に評価できるものとして建築主事の研究グループの指導により、入念な接合目地部のディテールの改善と、その施工管理を義務づけられて実現している（図-4 参照）。

2.5 プレキャスト PC 構法の概要とその特長

主要な構造部材の柱、大梁、小梁、合成床、非耐力の外壁はすべてプレストレストコンクリート構造によるプレキャスト部材として計画し、これらの部材間の接合形式は、プレストレスによる圧着接合により一体性を為し、プレキャスト PC ラーメン構法を実現させている。

これまでの PC 組立工法は、柱を自立させるために、とらをはって養生し、梁部材端の接合部には支保工をするなどの現場架設工の工程を必要とし、これが PC 組立

の省力化を遅らせ、大幅な工期短縮は期待できなかった。

本建物においては、プレキャスト組立工法の最大の特長とする急速施工を実現させた工法として、柱自立工法を適用している（写真-2、3、4 参照）。

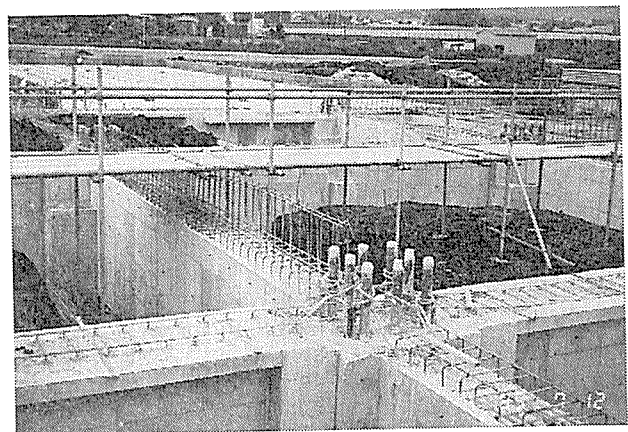


写真-2

プレストレストコンクリート

この工法の柱は、建方精度を上げるため、地中梁天端に柱脚台座ブロックを据えつけることによって、容易に柱の取付け位置の墨出しおよびレベル調整ができる利点をもっている。

この調整された台座ブロック天端に、エポキシ樹脂を

塗布して、建方用の下部 PC 鋼棒のプレストレス導入により、柱脚目地部をただちに圧着接合させ、柱の自立を可能としている。柱には大梁受用のアゴを設けて、施工段階の荷重として、大梁、小梁、合成床板、トップコンクリートまでの荷重に耐えられるような設計となっている



写真-3

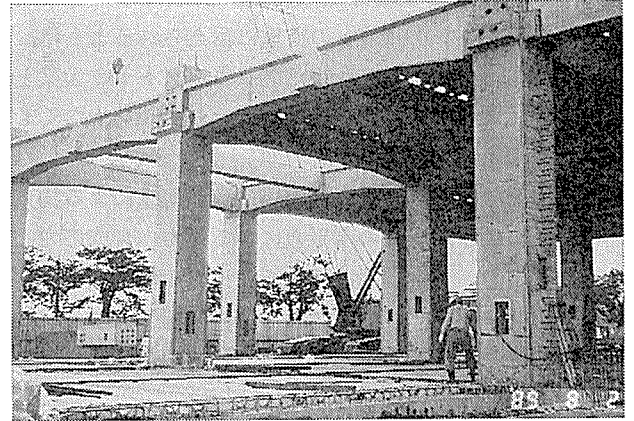


写真-4

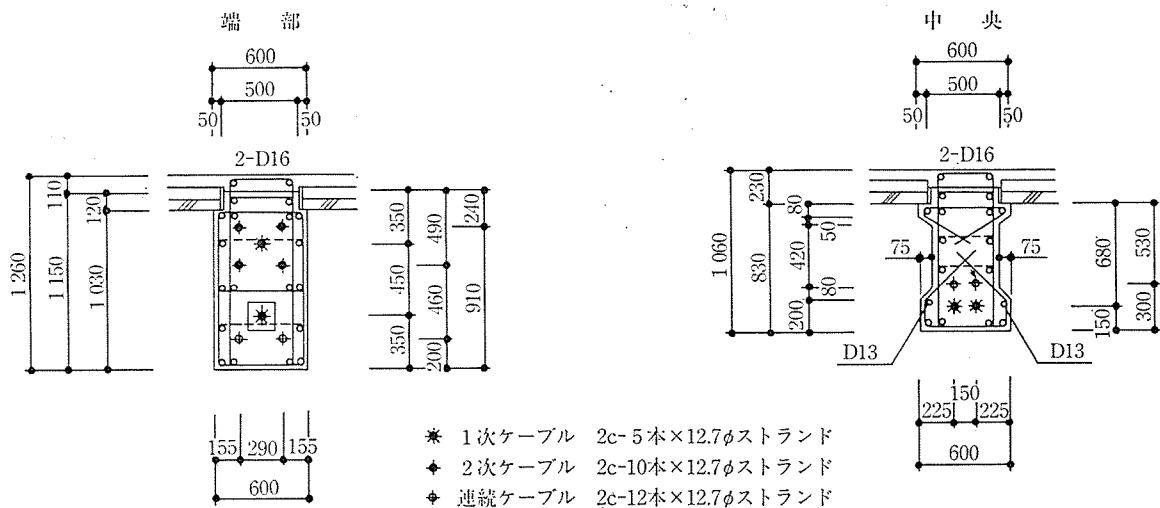


図-5 大梁断面詳細図 (PG 1)

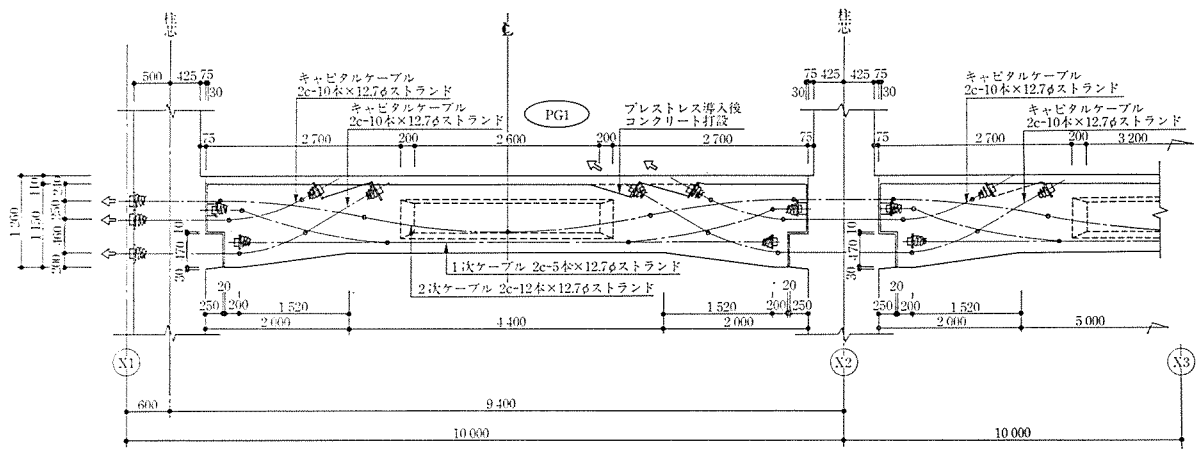


図-6 PC ケーブル配線計画図

る。

建物の全長が 50 m と長いので、PC 大梁に多量のプレストレスを導入することは軸圧縮ひずみによる軸変形や二次応力が大きくなるため、柱に大きな変形をうけて、建方精度が問題となる。この影響を最少限にするために、あらかじめ工場にて梁自重、プレキャスト DV 床版、トップコンクリートの荷重に耐えられるように、プレストレス導入を完了させたプレキャスト PC 大梁とすることによって、PC 大梁の連続ケーブルを少なくしている（図—5、図—6 参照）。

柱と大梁の接合部の応力は主に、積載荷重による拘束曲げ応力および地震時の水平力による応力の合成応力となることから、大梁端部には上端ケーブル、下端ケーブルのキャピタルケーブルのプレストレス導入により、柱と大梁の接合部分を圧着接合させ、剛構造を形成させている。

床工法は、プレキャスト DV 板を使用して、支保工を省力化し、この DV 版上に配筋を行い、場所打ち鉄筋コンクリートと一体とした DV 合成床工法を適用している（図—7、写真—5 参照）。

3. PC 組立の施工

3.1 重機の計画

PC 組立用の重機は、250 t クローラークレーン、150 t クローラークレーンの 2 基を使用して施工した。柱・梁のプレキャスト部材総数が 335 ピース、DV 床版が 1 600 枚あり、プレキャスト部材の組立期間を 55 日という短期間で建方を完了させている（写真—6 参照）。

3.2 PC 建方順序

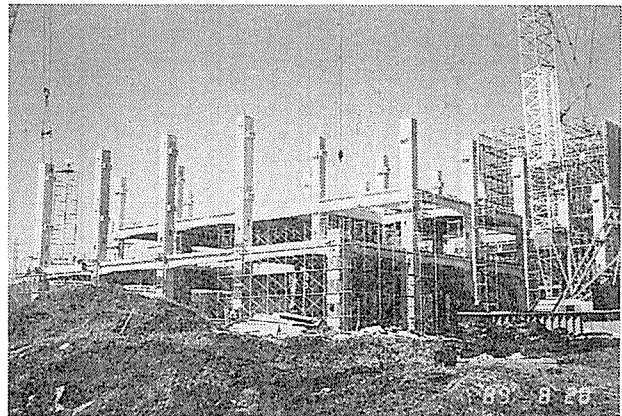
PC 建方順序を下記に示す。

[PC 建方順序]

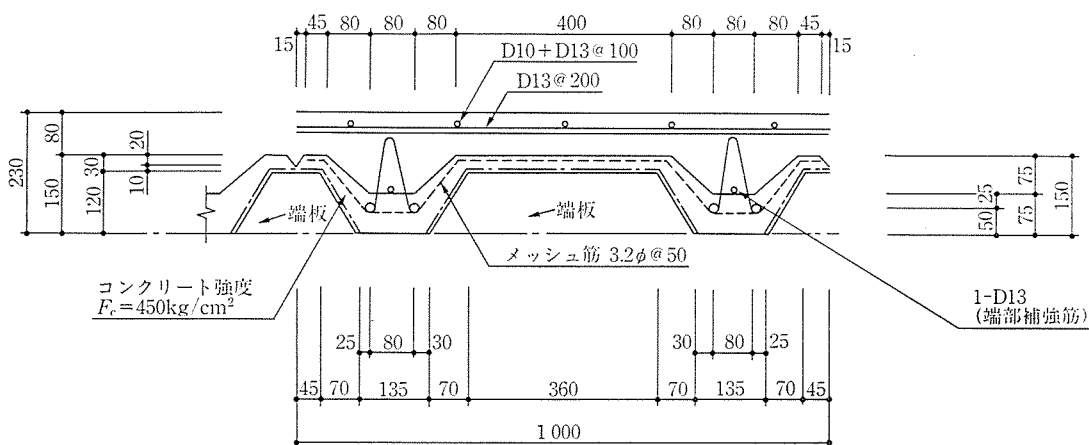
1. 捨コンクリートベース筋組立
2. アンカーフレームのセット
（柱垂直 PC 鋼棒）
3. 柱 PC 鋼棒のセット
4. フーチング、地中梁の鉄筋コンクリート工事
5. 埋戻し
6. 1 階の PC 小梁、DV 版の据付け
7. 柱脚台座ブロック据付け
（墨出し、レベル調整）



写真—5



写真—6



図—7 DV 合成床板詳細図

8. 第1節の柱建方
9. 建方用 PC 鋼棒のプレストレス導入
(柱の自立)
10. PC 大梁建方 (二次ケーブル挿入)
11. 小梁建方
12. プレキャスト DV 床の建方
13. 接合目地の無収縮モルタル充填
14. 圧着用円弧ケーブルの緊張
15. 合成床用の鉄筋コンクリートスラブ打設
16. 連続用二次ケーブルの緊張
17. 第2節の柱建方

サ
イ
ク
ル

4. おわりに

現在、平成元年に引き続き、平成2年度も建築需要の絶対量が多く、各大手建設会社とも受注量は満ばい状態で、労務事情もなお一層厳しくなっている。また、鉄骨は、ロールの受注生産から供給まで6か月を越えてきたことから、1万m²以上の倉庫や建物は、在来工法による建設では、建設工期、コスト面で厳しくなってきたことから比較的それらの面で安定しているプレキャスト PC 工法が社会のニーズにこたえられる段階になっている。当社では、このような労務事情を鑑み、神奈川県秦野 PC 工場だけでなく、北海道苫小牧工場 (生産能力10万m³/年) に分散し、プレキャスト PC 部材製作の供給を海上輸送による供給システム (海急便) により、日本各地に輸送し、フル稼働を行っている。

日立物流 (株) のハイテク物流センターとして最先端技術の物流倉庫にプレキャスト PC 工法が採用され、大幅な工期短縮を達成し、建設できたことは、日立建設設計 (株) と工事関係者各位の英知と努力の結果であると、感謝の意を表します。

最後に、プレキャスト PC ラーメン構造における場所打ち耐震壁の接合方法に関して、建設省住宅局建築指導課の藤谷氏、神奈川県秦野市建築指導課の栗原氏並びに建築指導部研究グループの方々に、たび重なる検討と御指導によって、接合方法の改善を行い、御理解を頂き、

実現できたことを深く感謝いたします。なお引き続き今後も PC 工法の接合方法の研究を重ねてゆきたいと思っております。

参 考 文 献

- 1) 日本建築学会：プレストレスコンクリート設計施工規
準・同解説，昭 50.1.25
- 2) 日本建築センター：構造計算指針・同解説，昭 56.2.1
- 3) 日本建築センター：プレストレスコンクリート造設
施工指針，昭 58.9
- 4) 日本建築学会：プレストレス鉄筋 コンクリート (Ⅲ 種
PC) 構造設計・施工指針・同解説，昭 61.1
- 5) 田辺恵三，中村英一：鉄骨鉄筋 プレストレスコンクリ
ート構造の施工—足立区総合体育館—，コンクリート工
学，Vol. 18, No. 2, 1980.2
- 6) 田辺恵三：プレストレスコンクリート構造 ボックスげ
たによる 築地中央卸売市場の施工，コンクリート工学，
Vol. 20, No. 6, 1982.6
- 7) 井之上洋，田辺恵三：プレキャスト SPC 構造による三
郷浄水場ポンプ所上家の施工，コンクリート工学，Vol.
21, No. 2, 1983.2
- 8) 田辺恵三：SPC 合成構造，コンクリート工学，Vol. 21，
No. 12, 1983.12
- 9) 岡本 伸：プレストレスコンクリートを用いた「人工
土地」のモデル実験，コンクリート工学，Vol. 21, No.
2, 1983.2
- 10) 田辺恵三，亀尾 保：国際科学技術博覧会 F ブロック外
国館プレキャスト PC 工事の施工，プレストレスコン
クリート，Vol. 27, No. 2, 1985.3
- 11) 萩坂 詳，木村政文，田辺恵三：松山市総合コミュニ
ティセンター 体育館の設計と施工，プレストレスコンク
リート，Vol. 28, No. 1, 1986.1
- 12) 古沢 功，宮沢 洋，田辺恵三：プレキャスト SPC 工法
による中高層学校建築，建築技術，1986.6
- 13) 田辺恵三：SPC 工法と海洋構造物への利用，橋梁，Vol.
21, No. 7, 1985
- 14) 田辺恵三，建部光利，柏崎 司：大梁を SPC 化した大ス
パン多層ラーメン構造，建築技術，1988.10
- 15) 田辺恵三：プレストレス 手法の特長と課題，建築技術特
集号「多彩!! 建築とプレストレス」，1989.2
- 16) 田辺恵三：プレストレス工事管理のポイント，建築技術
特集号，1989.2
- 17) 田辺恵三：仕口部に鉄骨を用いたプレキャスト PC 構造，
プレストレスコンクリート，Vol. 31, No. 3, 1989.7
- 18) 田辺恵三：解析法の進歩による設計法の変遷—プレス
トレストコンクリート建物—，コンクリート工学，Vol. 27，
No. 7, 1989.7

【1990年2月6日受付】