

プレキャスト・プレストレストコンクリート組立工法による 重層・重量倉庫の設計と施工

——ソニーロジスティック(株)配送センター——

浦野 猛資*1・宮地 三千男*2・田村 健司*3・土居 健二*4・田中 宏幸*5

1. まえがき

近年の労務事情逼迫が建設工事における工期、コスト、品質に及ぼす影響は大きい。特に、鉄筋コンクリート構造物の施工の合理化を目指した工業化工法の必要性は大きな効果が期待されることから、今や時代の要請となっている。本建物はこうした背景から開発された FIT-SSPC 工法を適用したもので、大スパン大荷重の倉庫建築を工場製品の梁と床版および現場打ち柱から構成したものである。設計・施工に当たりさまざまな省力化のための工夫を試み、在来工法と比較して延労働時間で 30% 削減、工期で 25% 短縮という成果が得られた。

本稿は、その設計・施工の概要を報告するものである。

2. 建物概要

本建物はソニーロジスティック(株)大阪地区における物流配送センターの中心基地と位置付けられるもので、1階は入荷スペース、2階はランプウェイを持つ出荷スペース、3・4階に小物大物のストックエリアが配置されている。荷物の仕分け、搬送はコンピューターにより自動管理されるハイテク倉庫である。建物平面図と立面図を図-1、図-2に、建物全景を写真-1に示す。

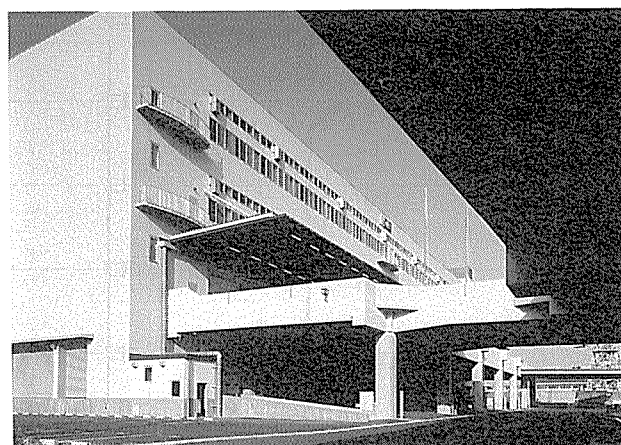


写真-1 建物全景

建築面積：6 781.0 m²

延べ床面積：20 656.0 m²

構造形式：プレキャスト・プレストレストコンクリート造

基礎形式：PHC杭 埋込み工法

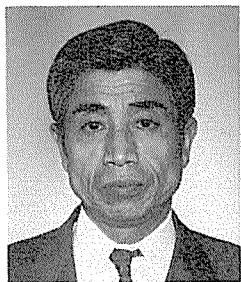
規模：地上4階

工期：平成2年8月～4年1月

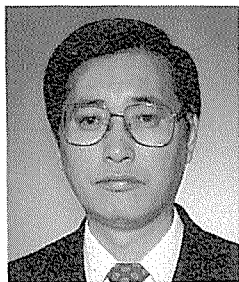
設計監理：不動建設株式会社

施工：不動建設株式会社

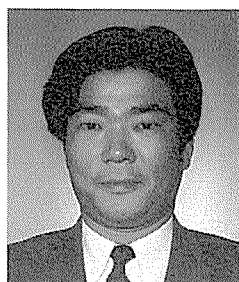
PC部施工：フドウ建研株式会社



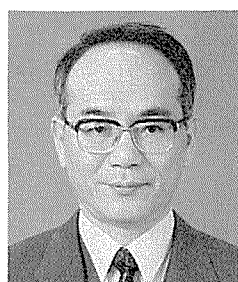
*1 Takeshi URANO
不動建設(株)大阪本店
建築部長



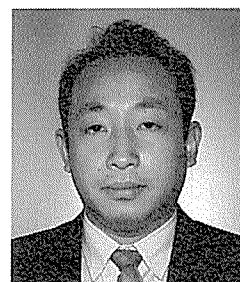
*2 Michio MIYAJI
不動建設(株)大阪本店
技術部構造課長



*3 Kenji TAMURA
不動建設(株)大阪本店
工事部工事課



*4 Kenji DOI
フドウ建研(株)大阪支店
設計部長



*5 Hiroyuki TANAKA
フドウ建研(株)大阪支店
設計部構造課

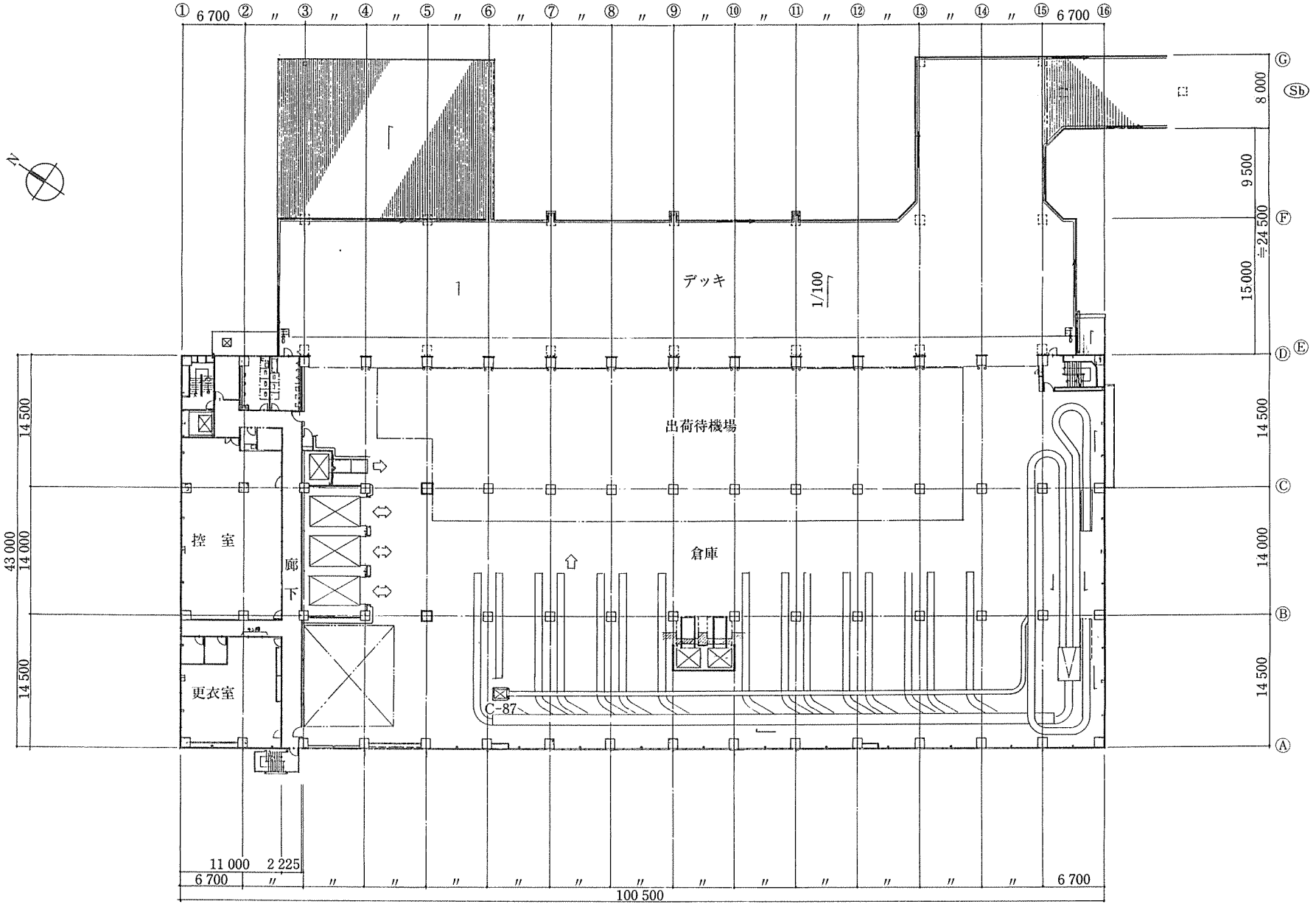


図-1 平面図

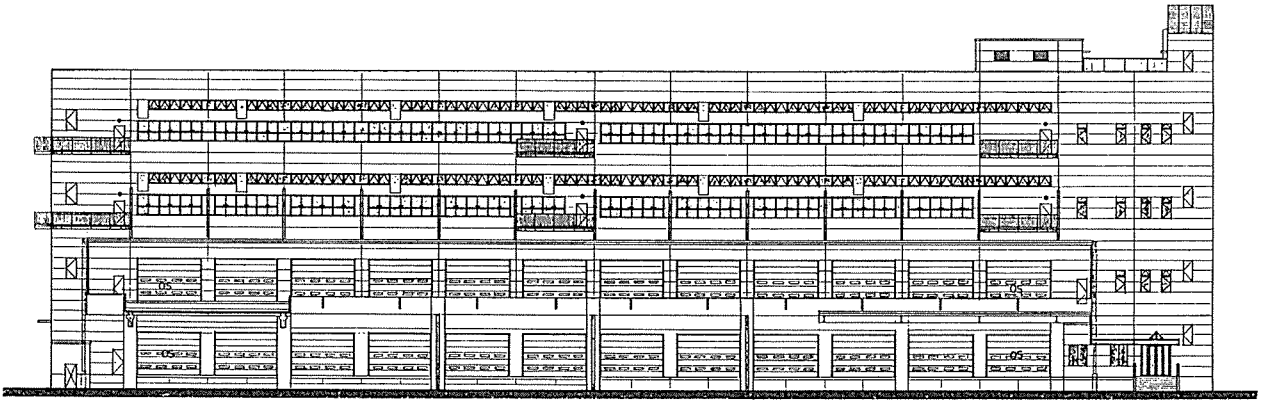


図-2 立面図

使用材料：PC部材

コンクリート強度 450 kg/cm²

プレストレス導入時 300 kg/cm²

現場打ちコンクリート強度
350 kg/cm²

鉄筋 SD 345, SD 390 (D 19 以上)

PC鋼材 VSL工法

7-12.7φ

12-12.7φ

3. 構造概要

3.1 構造計画

基準階梁伏図を図-3に、断面図を図-4に示す。平面形状は43.0 m×100.5 mの倉庫部分と14.4 m×86.4 mのデッキ部分およびランプウェーより構成されている。本建物の構造計画は以下の点に留意した。

- ① 自動配送システムのレイアウトの自由度を確保すること、およびフォークリフトによる集配機能の向

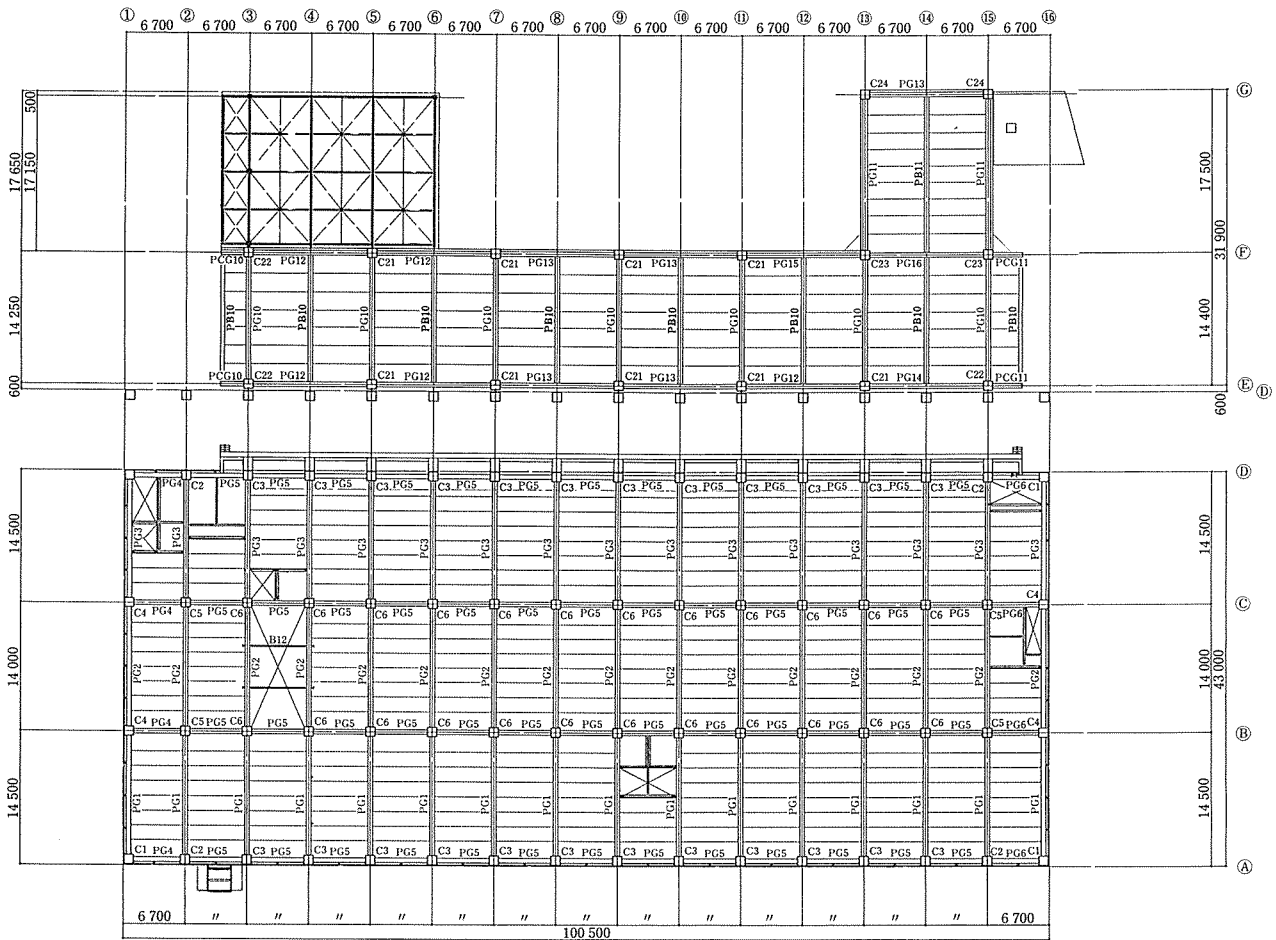


図-3 基準階梁伏図

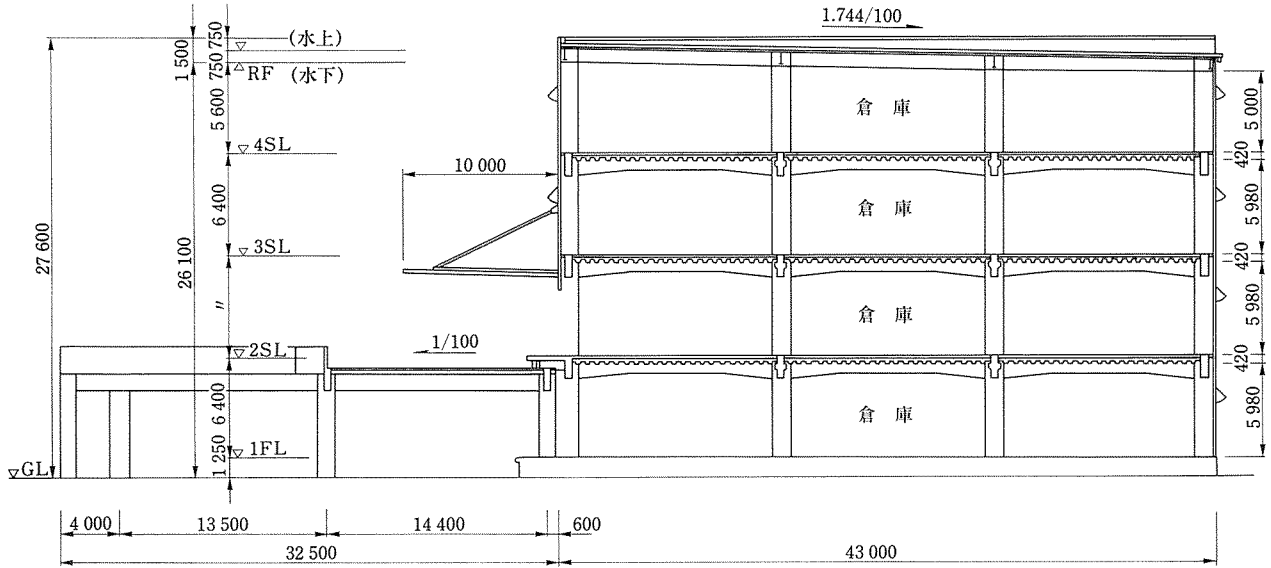


図-4 断面図

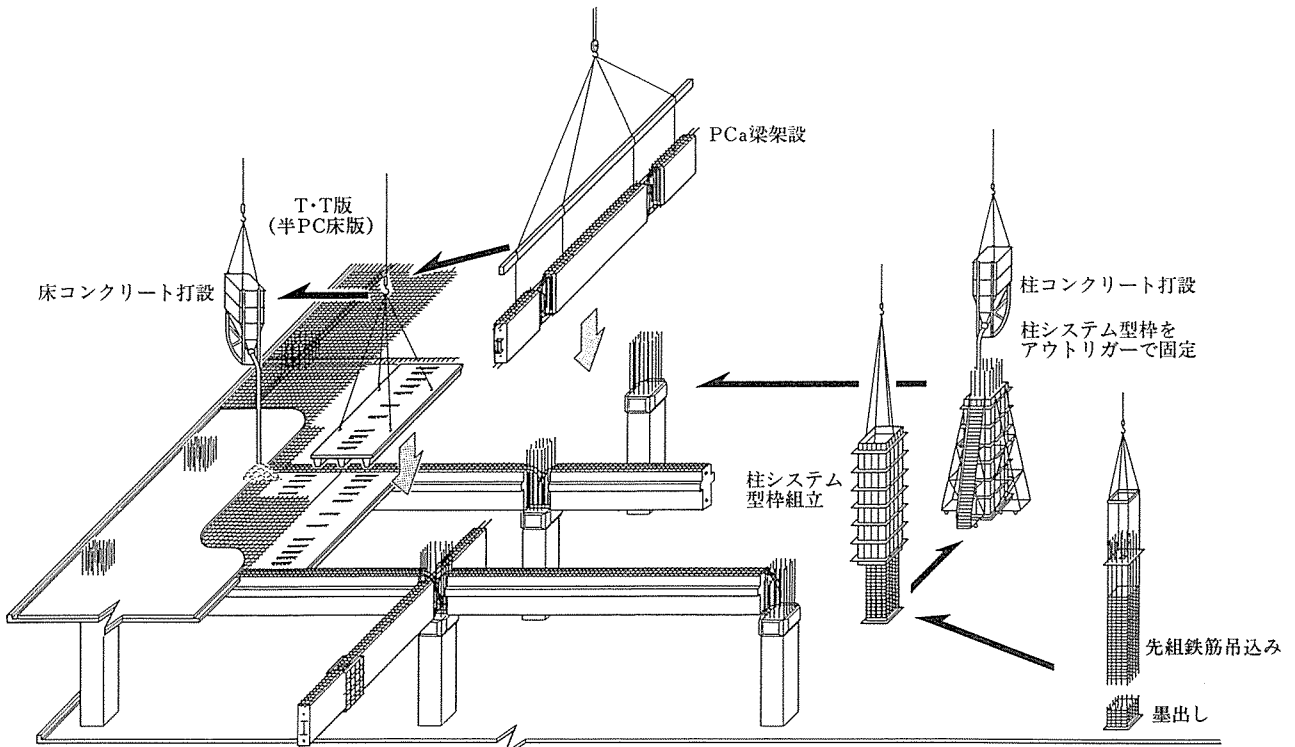
上を考慮し、架構は柱梁のみの純ラーメン構造とする。

- ② 平面形状は14.0 m×6.7 mの均等グリッドで構成されている。したがって架構は施工性、経済性を考慮して柱梁とも全階同一断面とする。
- ③ 建物長手方向100.5 mをノンエキスパンションとしたが、クリープ、乾燥収縮、温度変化の影響は柱梁の断面設計に反映する。
- ④ 気密性の要求される倉庫であり、耐久性に富んだメンテナンスの容易な構造とする。

以上の前提をふまえて現場打ちプレストレストコンクリート造、現場打ち鉄骨鉄筋コンクリート造（梁は鉄骨造）およびプレキャスト・プレストレストコンクリート組立構造（以下プレキャストPCと略記）の3種の構造形式を選定し、性能比較を行った。その結果施工性にすぐれ経済的にもっとも安い評価となったプレキャストPC造で設計を進めることとした。

3.2 システム概要

本システムの構造部分は図-5に示すような部材から構成されており、垂直部材と水平部材のコンクリートを



柱コンクリート強度発生後、梁部材にプレストレス導入

図-5 FIT-SSPC工法概念図

打ち分ける VH 分離打設工法を採用した。本工法は以下の特徴を持つ。

- ① 基礎および柱は経済性を考慮し現場打ちとした。
- ② 大梁は 14.0 m の大スパンに加え、大荷重（積載荷重 1.0 t/m²）に対応するため工場製作の PC 梁とした。
- ③ 床は PC 合成床とし、PC 版はプレテンション方式で工場にて製作した。PC 版をスパン方向大梁間に設置後、現場で厚さ 10 cm のトップコンクリートを打設し床の一体性を高めた。
- ④ 壁にはプレテンション方式で工場製作された PC 版を使用し、水平力を負担しないようファスナーにて架構に接合した。

3.3 部材の設計

(1) PC 梁の設計

PC 梁はⅡ種 PC 造にて設計した。スパン方向梁は長期荷重が比較的大きく、使用されるケーブルは PC 工場で緊張される一次ケーブルと現場で緊張される二次ケーブルに分割した。一次ケーブルは大梁自重と床荷重による単純梁応力に対応したもので、二次ケーブルは仕上げ荷重、積載荷重、および地震荷重によるラーメン応力に対応したものである。二次ケーブルの緊張はトップコンクリート強度確認後、各階ごとに行った。桁方向梁は地震荷重が支配的で、現場で緊張される二次ケーブルのみとした。桁方向は 100.5 m ノンエキスペンションのため PC ケーブル緊張による弾性縮み、クリープ、乾燥収縮による二次応力を減じるようコンクリートの養生期間

を許される限り長く取った。すなわち PC ケーブルは最上階トップコンクリート強度確認後、全階同時緊張した。

また PC 梁の主筋のジョイントにはエンクローズ溶接を用いたが、主筋接合時の施工性を考慮しスパン方向梁は柱頭にて、桁方向梁はスパン中央にて接合することとした。梁のスターラップは耐震性能を向上させるため溶接による閉鎖型とした。スパン方向および桁方向 PC 梁の断面を図-6 に示す。

(2) 柱の設計

大荷重、大スパンの建物を PC 造で設計する際に耐震性能（靱性確保）の向上が重要となる。したがって柱フープにスパイラル状の PC 鋼棒（ウルボン 13φ）を使用した。さらに靱性に富んだ架構とするため高強度コ

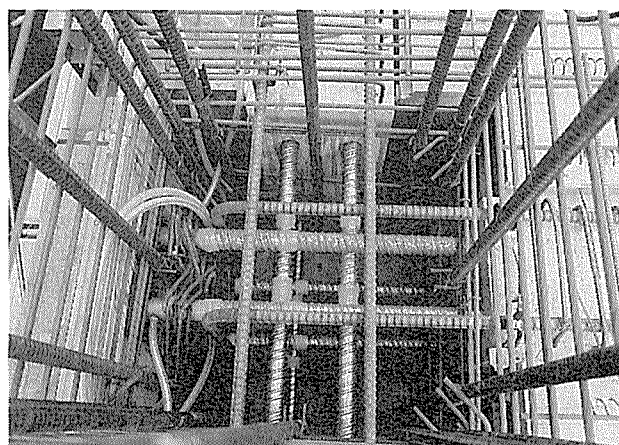


写真-2 柱梁接合部配筋状況

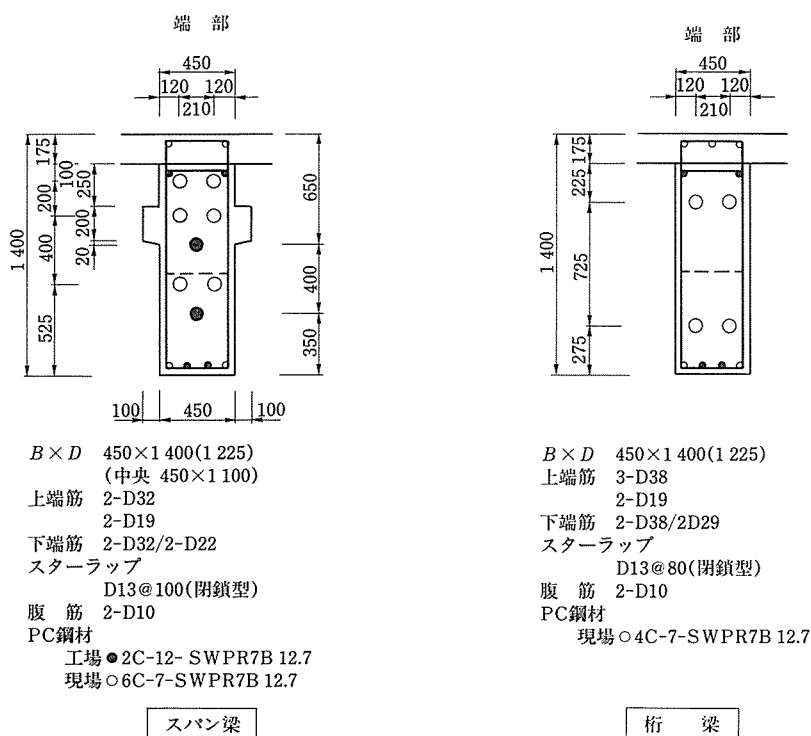


図-6 PC 梁断面図

ンクリート（柱は 350 kg/cm^2 ）を使用し、部材断面をできるだけ小さくし、柱成に対する柱内法高さの比 (h_0/D) が大きくなるように設計した。

また柱主筋の鉄筋比は 1.0% 以下となるよう配慮した。柱梁接合部は鉄筋接合によったが、施工法を考慮し、主筋には高強度、太径のものを使用し、本数を減ずる設計とした。柱梁接合部詳細図を図-7 に、施工状況を写真-2 に示す。

(3) PC 合成床版の設計

PC 合成床版の設計に当たり施工段階ごとの応力検討を行った。考慮した施工段階と解析手順を以下に述べる。

[考慮した施工段階]

- ① プレストレス導入時
- ② トップコンクリート打設時
- ③ 仕上げ荷重および積載荷重作用時

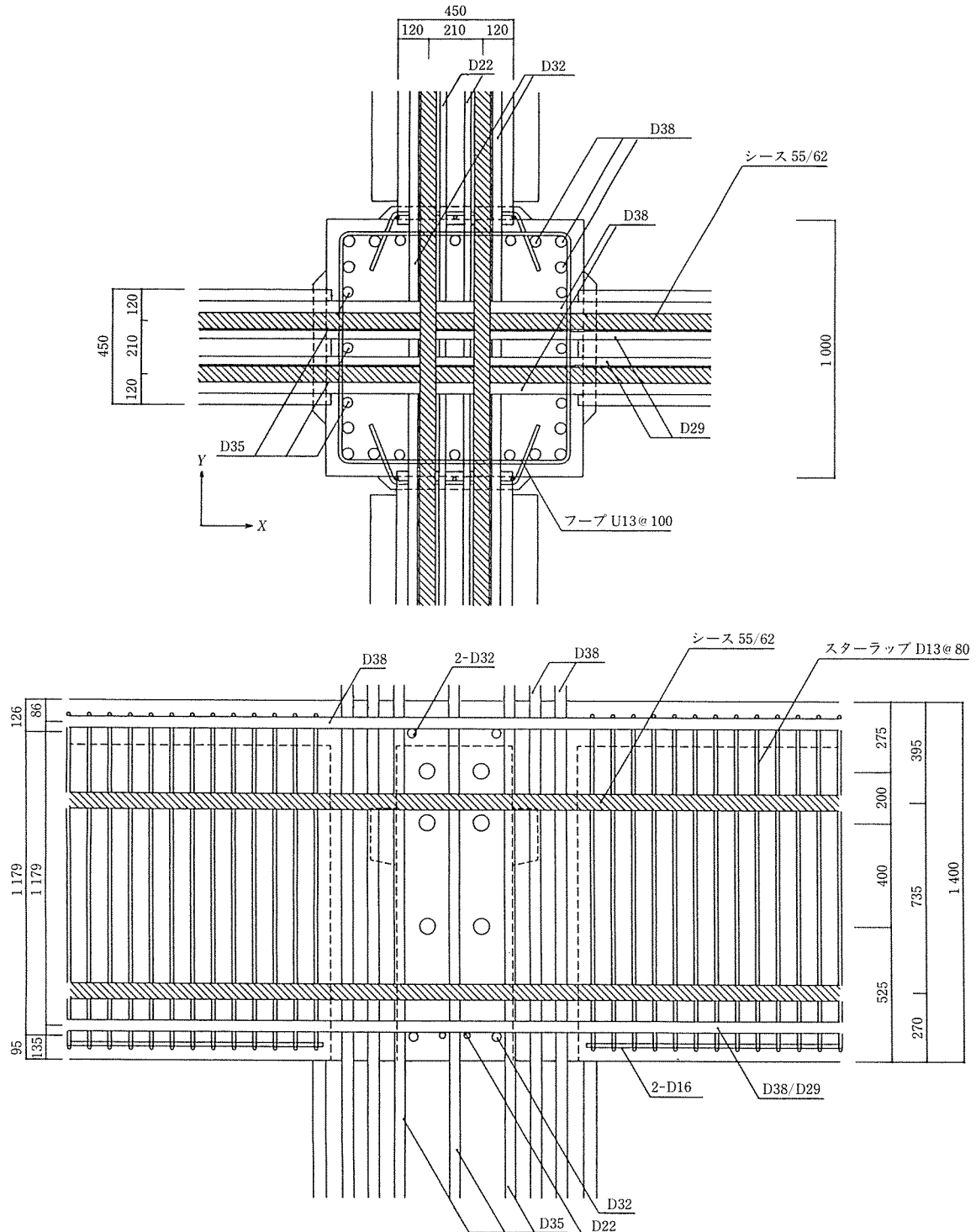


図-7 柱-梁接合部断面詳細図

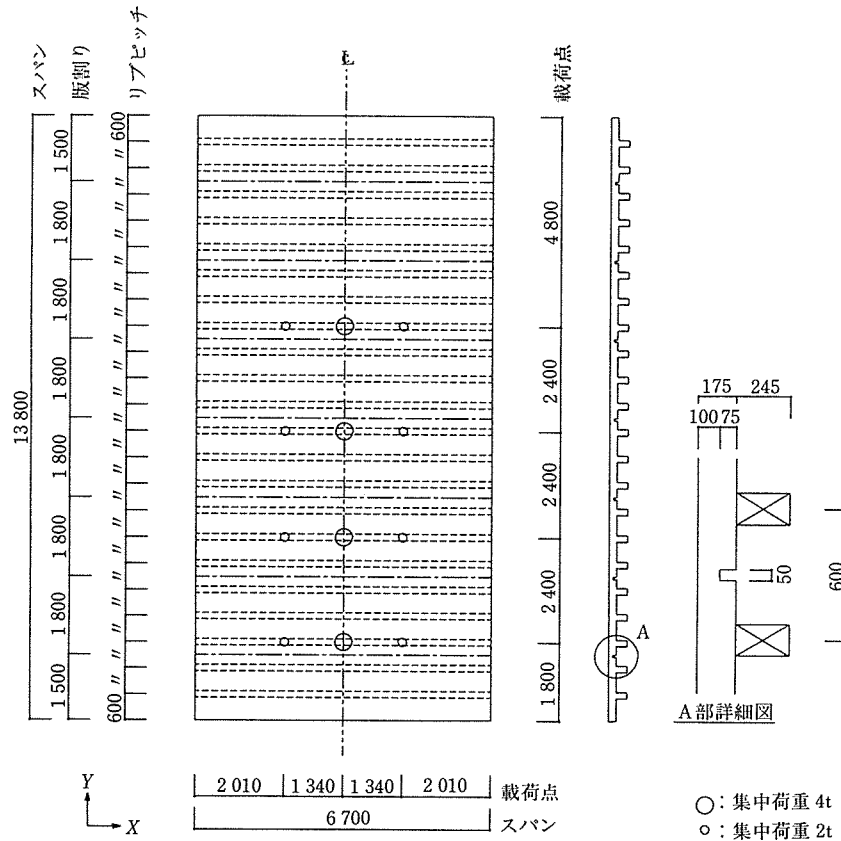


図-8 載荷状況

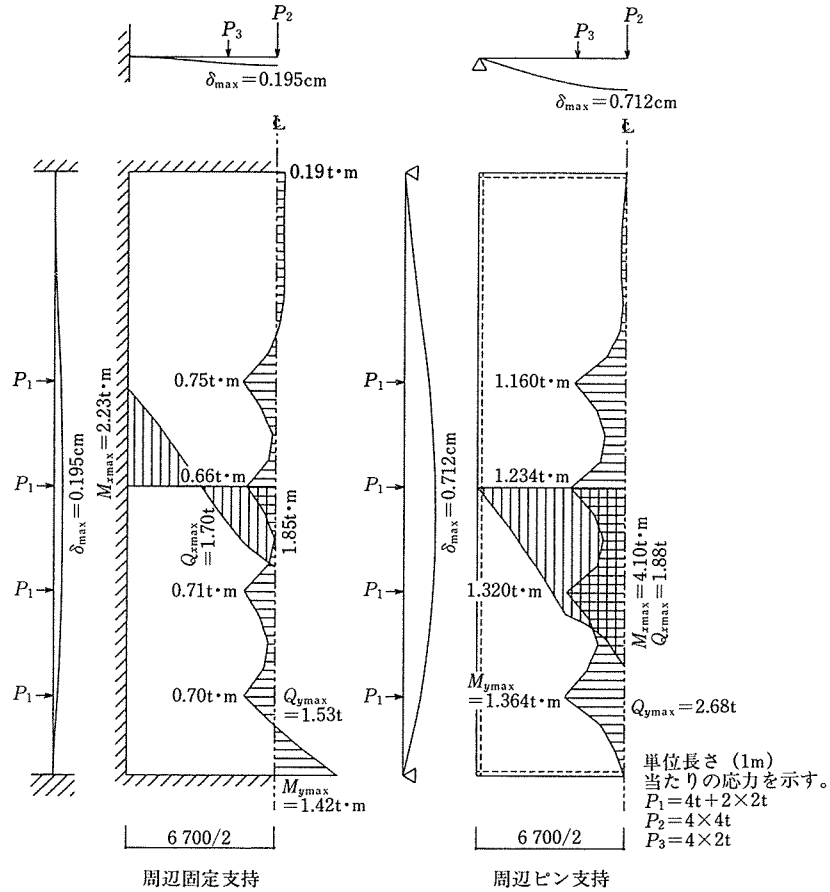


図-9 解析結果

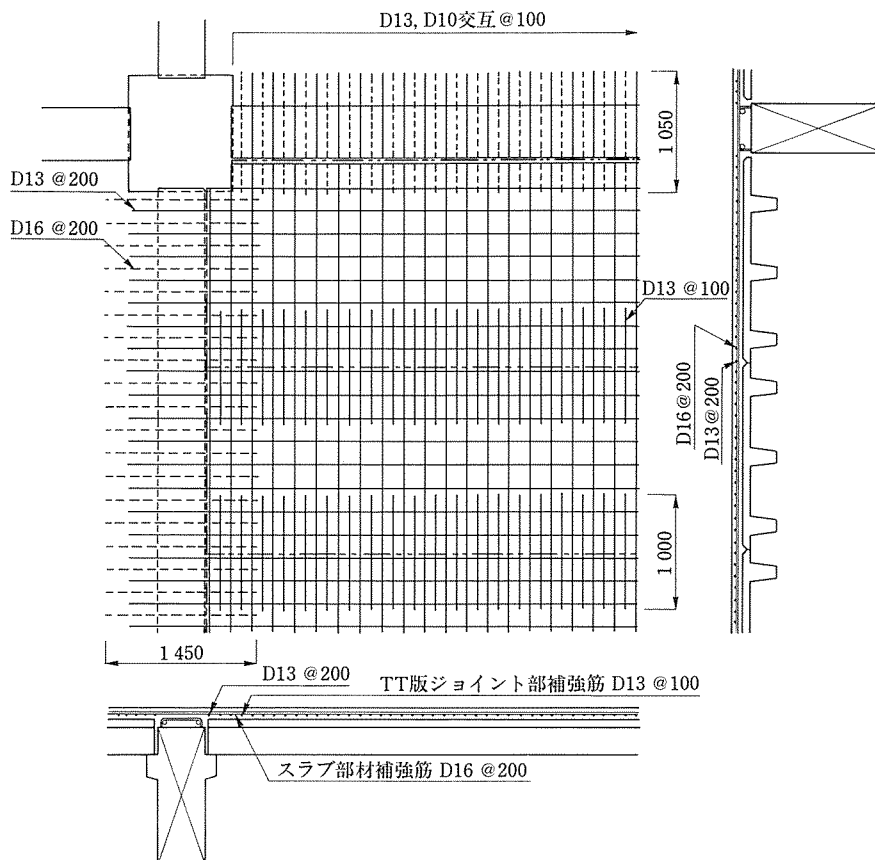


図-10 PC床版断面図

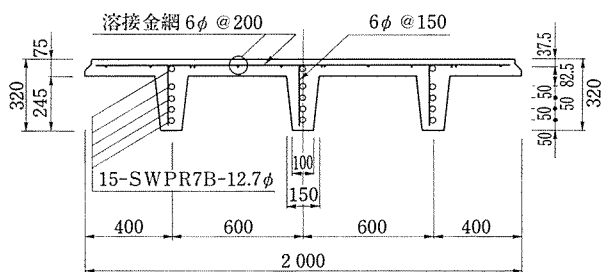


図-11 PC梁とPC床版の接合部詳細図

〔解析手順〕

施工段階①および②の荷重に対してPC床版単体で対応し、一方向版として設計した。

施工段階③の荷重に対して異方性二方向版として解析し、PC床版とトップコンクリートの合成断面として断面設計した。考慮した積載荷重はラック支柱からの集中荷重で、図-8に載荷状況、図-9に有限要素法による解析結果を示す。本解析結果からPC梁とPC床版、およびPC床版相互の接合部の設計を行いトップコンクリート内の配筋を決定した。またトップコンクリートとPC床版の打継ぎ面はフォークリフト等の動荷重、および繰返し荷重に対する安全性を考慮し、スパイラル状の補強筋をずれ止め筋として配置した。図-10にPC床版の断面図を示す。図-11にPC梁とPC床版の接合部詳細を、写真-3にトップコンクリート内の配筋状況を示す。



写真-3 トップコンクリート内配筋状況

4. 施 工

4.1 現場施工の省力化

柱およびトップコンクリートは現場打ちとしたが、以下に述べる省力化施工を試みた。

- ① 柱筋は主筋およびフープ筋を地上で先組みした後、各階ごと主筋を機械式継手で接合、組み立てた（組立鉄筋工法の採用）。写真-4に施工状況を示す。
- ② 柱コンクリートはPC梁を受けるため、水平、垂直分離打設となり、高さ5.0mの独立柱となった。したがって柱型枠には鋼製の大型システム型枠



写真-4 組立鉄筋施工状況

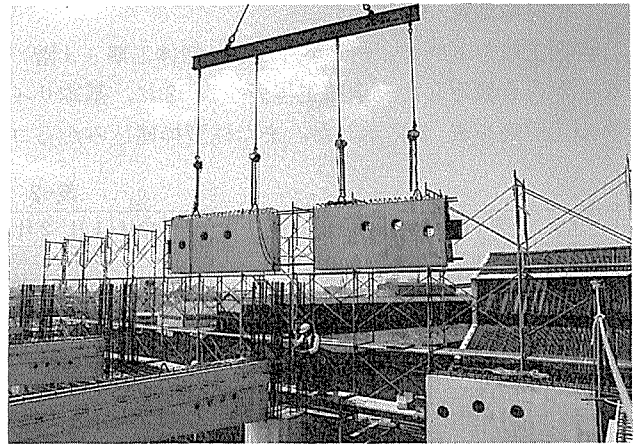


写真-6 PC 梁架設状況



写真-5 柱鋼製型枠施工状況



写真-7 PC 梁架設状況

を使用した。本型枠には移動を容易にするためのキャスターおよびコンクリート打設用足場、階段、微調整機能等が取り付けられ組立解体が容易な構造とした。写真-5に施工状況を示す。

- ③ トップコンクリート内に配置される鉄筋は溶接金網とした。溶接金網は全体に均等に配置されるものと、梁、床版ジョイント部、および床版ジョイント部に補強配置されるものの3種とした。

4.2 工程

工程計画作成に当たり PC 部材の揚重計画が重要な点となる。本工事では敷地条件より 300t クレーンによる片吊りとし、PC 部材架設の歩掛りを想定した。想定結果を表-1 に示す。本想定から建物を 1 フロア 4 工区に分割し、1 工区当たり工期を 24 日と基本サイクル工

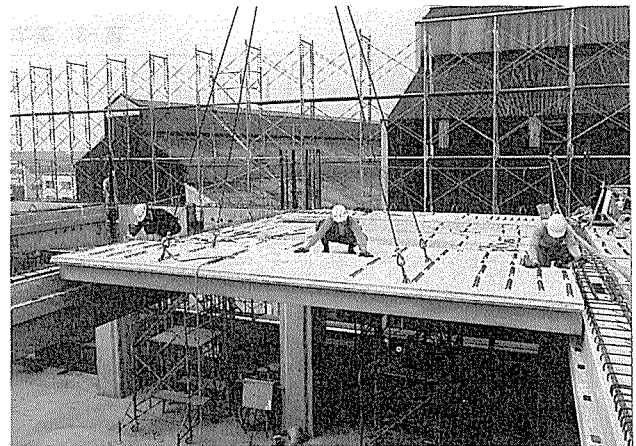


写真-8 PC 床版架設状況

程を決定した。なお基本サイクル工程の手順を以下に示す。

[基本サイクル工程の手順]

- ① 現場打ち柱の施工・柱本数は 272 本であり、鋼製型枠を 8 基製作し 32 回転用することとした。
- ② 柱頭に PC 梁、PC 床版の架設。施工中の写真写真-6、写真-7、写真-8、写真-9 に示す。
- ③ 柱梁接合部およびトップコンクリートの打設。
- ④ コンクリート圧縮強度が所要のプレストレス導入強度に達したことを確認後、柱梁を圧着接合。施工

表-1

部 材	ピース数	吊荷重 (t)	歩掛り(想定)
半 PC 梁	293	最大 26	6 ピース/日
T.T 床 版	1 126	2	36 枚/日
先 組 鉄 筋	272	2.2	組立 8 台/日
シ ス テ ム 型 枠	272	2.2	解体 16 台/日
コンクリートホッパー	2 m ² 積	6.2	打設 8 台/日

状況を写真-10に示す。

目標工期を1フロア1か月とし、躯体工期（4階）を4か月と設定した。全体工程表を表-2に、基本サイクル工程表を表-3に示した。また柱型枠建込みからコ

ンクリート打設までの現場作業は大工2人、鳶3人、土工2人の計7人の班編成とし多能工的教育をほどこし対応した。

表-2 全体工程表

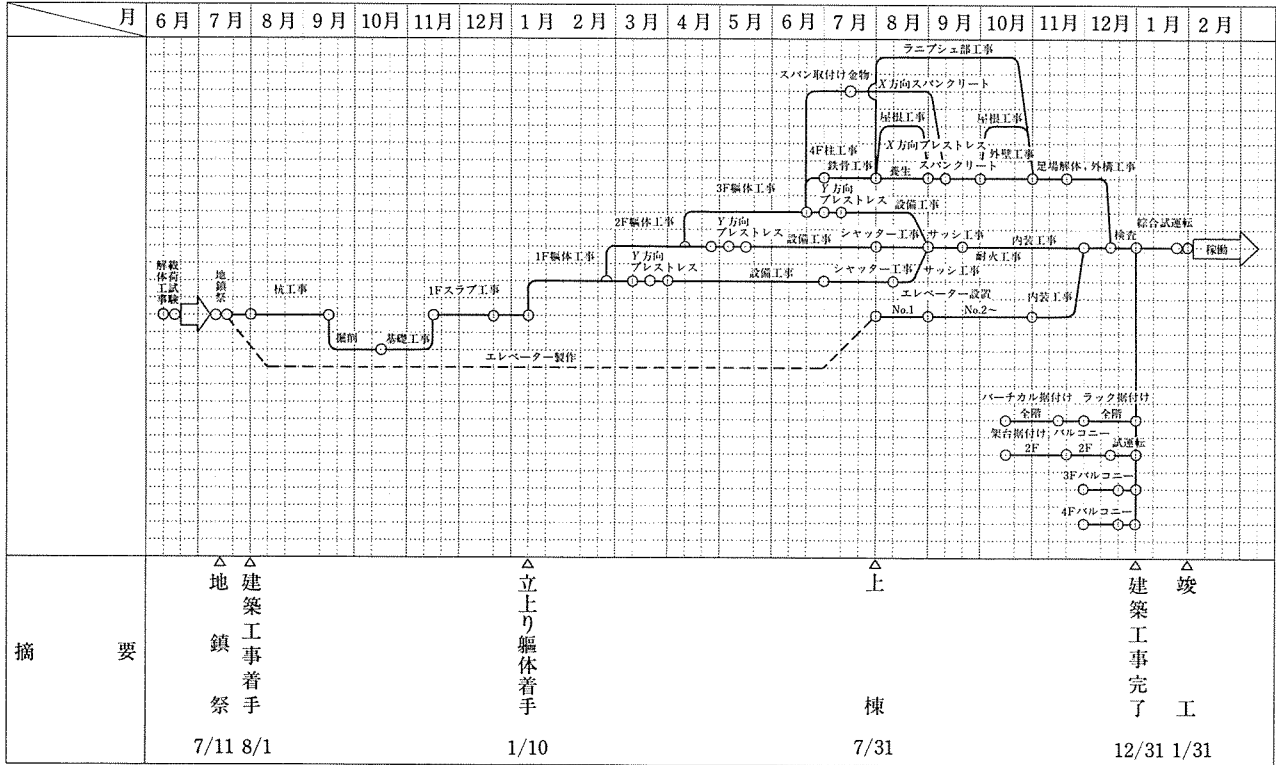
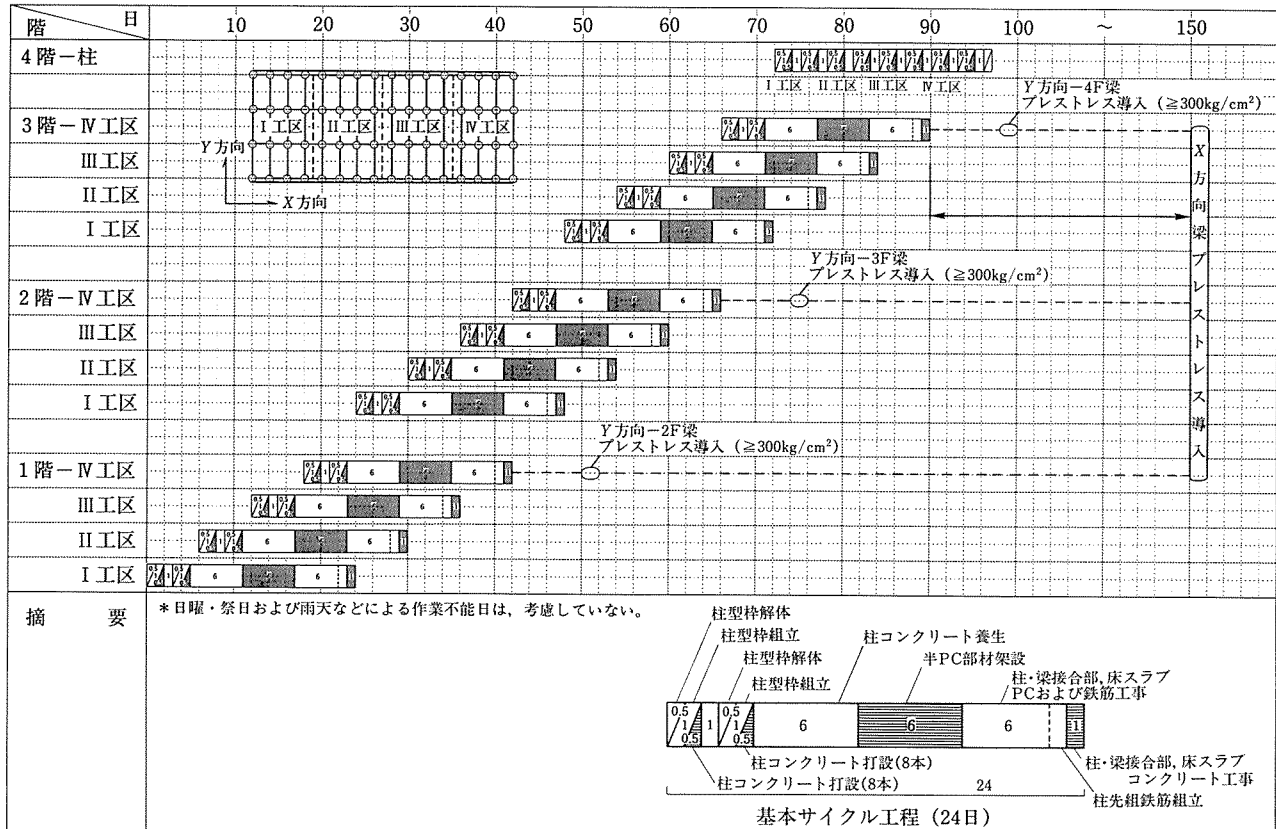


表-3 基本サイクル工程表



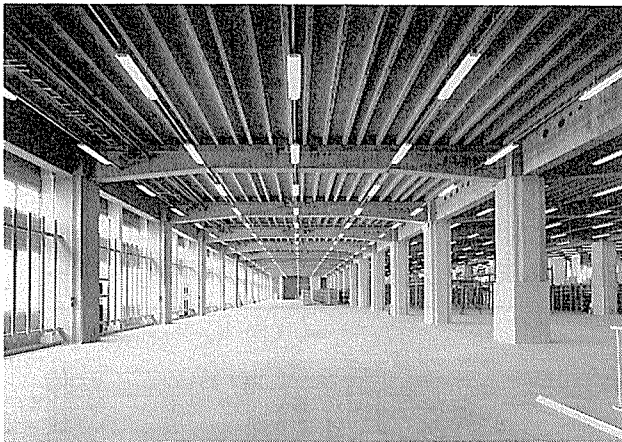


写真-9 PC床版架設状況

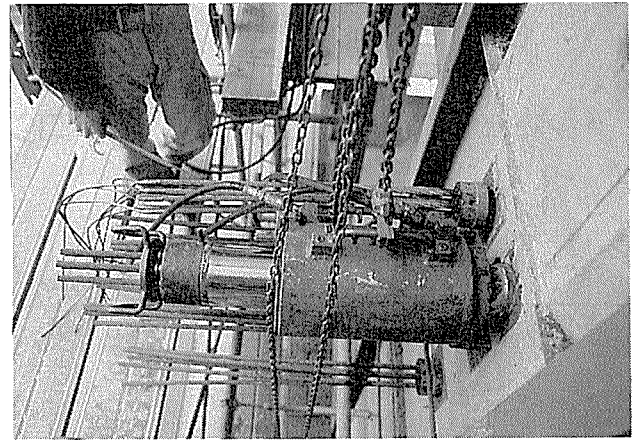


写真-10 プレストレス導入状況

7. おわりに

本プロジェクトには垂直部材と水平部材のコンクリートを打ち分けるVH分離打設工法を採用した。水平部材に工場製作のPC梁、PC床版を使用し、垂直部材を現場打ちシステム施工として複合化することで合理化施工を目指した。工事は当初の目標どおり平成4年1月無事竣工することができた。

本建物のように高階高の場合、プレキャスト部材を水平部材に用いることは仮設資材の大幅な削減を可能にする。さらに現場作業の単純化は多能工による施工を可能

にし、効率的な人員配置は工数の大幅な削減をもたらした。その結果、冒頭に記載したとおり大幅な省力化、工期短縮が可能となり、工事は全体として満足のいく結果となった。

なお本建物の設計・施工に当たり、靱性設計法、接合部ディテール、高強度コンクリートの品質管理等々について京都大学 六車教授の適切な御指導をいただいた。深く感謝し御礼申し上げます。また本工事に携わった関係各位の御努力に深く感謝し御礼申し上げます。

【1992年4月17日受付】

◀刊行物案内▶

日本原子力敦賀2号機 PCCV

本書は、プレストレストコンクリート第28巻の特別号として発刊されたもので、我が国で初めて採用されたプレストレストコンクリート製原子炉格納容器（日本原子力発電（株）敦賀発電所2号機）に関して、その各種模型実験、設計・施工に至る各分野にわたり詳述した貴重な資料です。

体 裁：B5判 128頁
定 価：3 000 円（送料：150 円）