

PC によりスレンダーな外観を実現した事務所

— 焼津某事務所 —

杉浦 盛基*1・江頭 寛*2・南 伊三男*3

1. はじめに

静岡県焼津市に建設された某事務所ビルは、意匠・構造・設備の要点を合理的に組み合わせる新しいオフィススタイルの構築を目指した建物である。オフィス空間における合理化のポイントは以下の3点であった。

- ・梁を露出することで梁下寸法を有効に確保し、かつ窓廻りの柱をなくしてすっきりとさせたい。
- ・採光を十分に確保したうえで外部との目線を切りたい。
- ・梁と梁の間を天井内チャンバーとした新しい空調システムを構築したい。

これらの要望を実現するために、オフィス部分にはプレキャストプレストレストコンクリートを採用した（以下、PCaPCと称す）。梁にはPCaPCのST（Single Tee）床版を採用することで、梁底を美しく露出することができるとともに、熱伝導率の低いコンクリート部材によりチャンバーを区画することで、新しい空調システムの一助となった。柱にはルーバー兼用のPCaPC細柱を採用することで、室内

に柱のないすっきりとしたオフィス空間が実現できるとともに、ルーバーとして近隣の住宅との目線を切り、かつ日射遮蔽効果を発揮するファサードとすることができた。

エントランスにおいてもPCaPCの特徴を生かした屋根および階段を用いて豊かな空間を構築した。

本稿では本建物の構造計画、PCa部材の設計および施工について報告する。

2. 建物概要

所在地：静岡県焼津市
 建築面積：2 732.39 m²
 延床面積：6 036.12 m²
 階数：地上3階、塔屋1階
 軒高：11.65 m
 用途：事務所
 構造形式：鉄筋コンクリート造
 基礎：既製コンクリート杭地業
 独立フーチング基礎

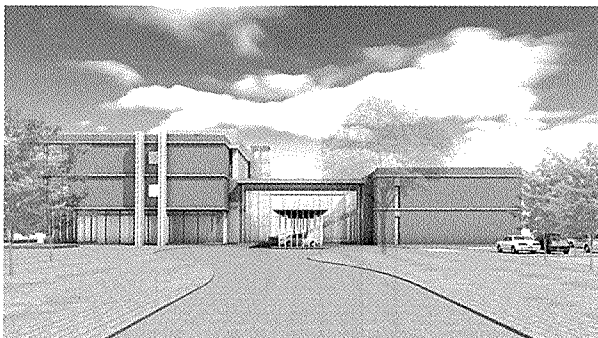


図-1 正面外観パース

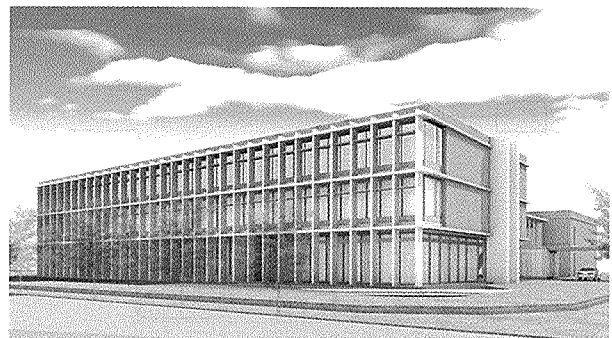


図-2 南面外観パース



*1 Shigeki SUGIURA

(株)日建設計 構造設計室



*2 Hiroshi EGASHIRA

三井住友建設(株)技術研究所
建築研究開発部

*3 Isao MINAMI

(株)建研 東京支店
第一設計部

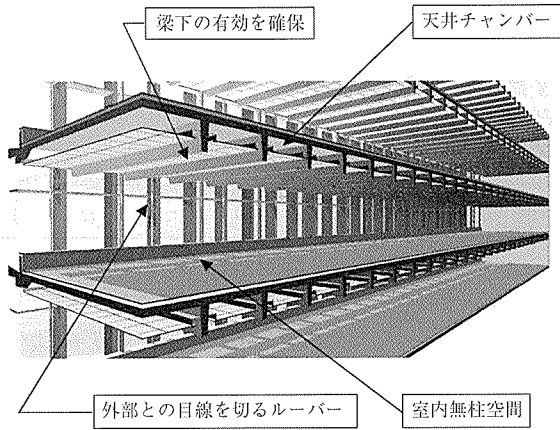


図-3 内観パース

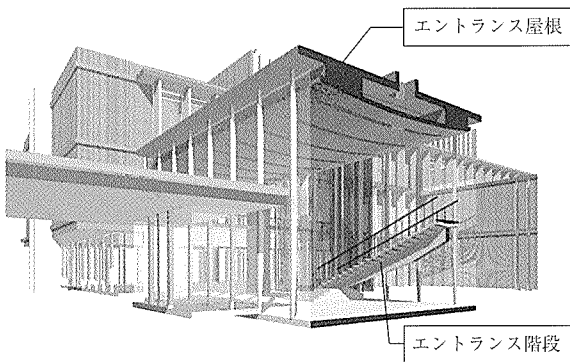


図-4 エントランスパース

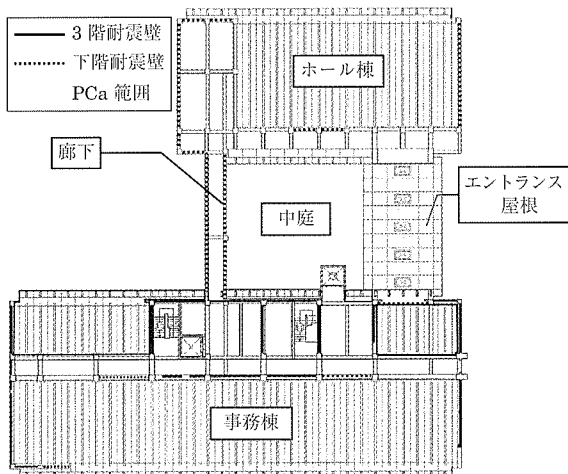


図-5 3階床梁伏図

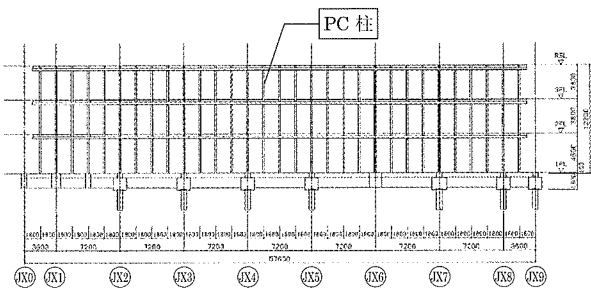


図-6 南面軸組図

3. 構造概要

3.1 構造計画概要

3階の伏図を図-5に示す。平面形は矩形的の建屋を2棟並べ、その両棟をエントランス屋根と西側の廊下部分で繋ぎ、3階部分では口の字の形状、2階ではUの字の形状となっている。構造種別はプレキャストプレストレストコンクリートと現場打ちコンクリートを併用した鉄筋コンクリート造で、コア部を現場打ちコンクリート造、オフィス部をPCaPC造としている。構造形式は耐震壁付きラーメン構造としている。地震力はコア部の現場打ち鉄筋コンクリート造耐震壁で抵抗し、PCaPC造のオフィス部は鉛直荷重を支持する計画としている。また、平面形は口の字をしているが、計画上エキスパンションジョイントは設けず、一体で計画している。地震時の挙動については全体での検討と単体での検討を行い、健全性を確認している。

オフィス部の床構造は、T形断面のST版と現場打ちコンクリートとの合成構造としている。PB1はスパン11.4m、PB3はスパン14.1mである。端部は現場打ち梁で受ける形とPC柱で受ける形があり、PC柱で受ける形は1800mm間隔の床版を同間隔の柱が支持することで、室内の柱を不要にするとともに桁行の梁を小さくしている。究極にスリム化したPC柱とST床版との接合により、外観上スレンダーな構造フレームを表現した。

エントランスの屋根は船底を模した下に凸の曲面型枠を用いたPCaPC版で1800×10800mmのブロックを9ピース繋げて現場緊張し、19.5mスパンを無柱としている。中庭の池の水面を反映し、停泊する船縁を表現している。

エントランスの階段も同様にブロックに分割した段床ピースを27ピース繋げて現場緊張した。

下部構造はSGL-22m程度の砂または砂礫を支持層とする杭基礎で計画している。

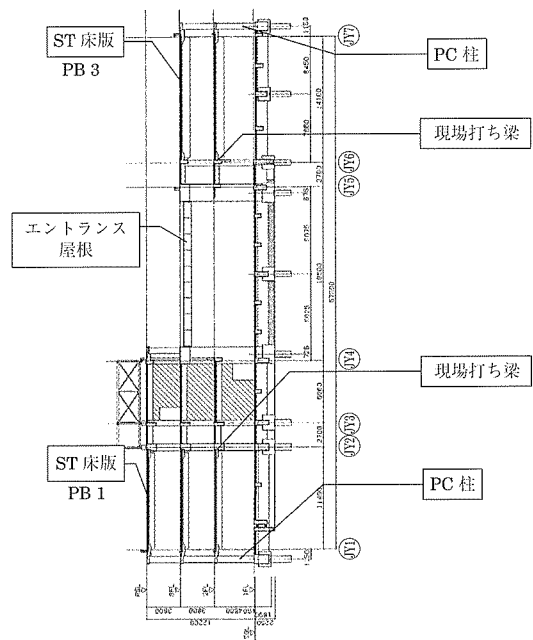


図-7 JX7通り軸組図

3.2 PC 部材の設計

PC 部材の使用材料を表 - 1 に、PC 柱および ST 床版の断面を図 - 8 に示す。PC 柱の断面形状は 180 × 200 × 700 の台形断面であり、スレンダーな形状としている。この柱は地震力には抵抗せず、長期鉛直荷重のみを支持させているが、負担荷重の 5 % 程度の水平力には抵抗できるように計

表 - 1 コンクリートおよび PC 鋼材の使用材料

コンクリート設計基準強度 (N/mm ²)	
現場打ちトップコンクリート	24 N/mm ²
PCaPC 部材	50 N/mm ²
エントランス屋根接続柱梁	30 N/mm ²
PC 鋼材	
PCa 柱: PC 鋼棒	SBPR930 / 1080 23 φ (B 種 1 号)
ST 床版: PC 鋼より線	SWPR7BL 15.2 φ (プレテンション)
エントランス屋根: PC 鋼より線	SWPR7BL 12 - 12.7 φ
エントランス階段: PC 鋼より線	SWPR7BL 7 - 12.7 φ

画した。PC 柱と ST 床版の接合部はせん断力や曲げモーメントといった構造的な条件だけでなく、カーテンウォールやロールスクリーンボックス、天井納まり、OA フロアといった建築的な条件も含め、もっともスレンダーに見せる断面形状を模索した。最終形状を図 - 10 に示す。PC 柱際のせん断力により決まる版厚を抑えるために鋼板を内蔵した。T 形部材の応力が平坦部で平面的に拡がり、PC 柱際部分で再び集約される。この拡がりを検証するために FEM 解析および実大実験を行った。この内容は次で説明する。

エントランス屋根の形状および配線を図 - 12 に示す。下に凸形状のブロックの両端部に梁幅 1 900、梁成 900 の梁形を設け、おのおのの梁に 10 ケーブル配線し、現場緊張する計画とした。設計としては両端ピン支持とした。

エントランス階段の形状および配線を図 - 15 に示す。階段については 2 ケーブルを直線で配線した。設計としてはエントランス屋根同様両端ピン支持で設計した。

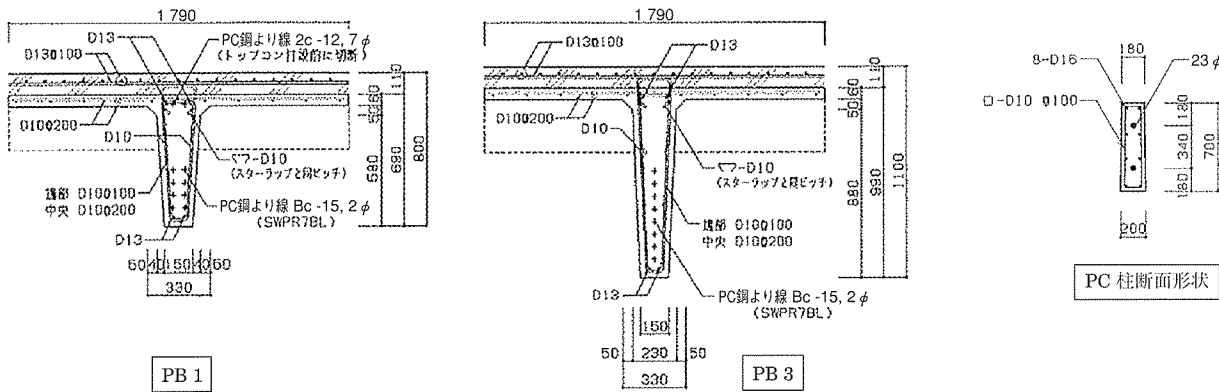


図 - 8 ST 床版および PC 柱断面形状

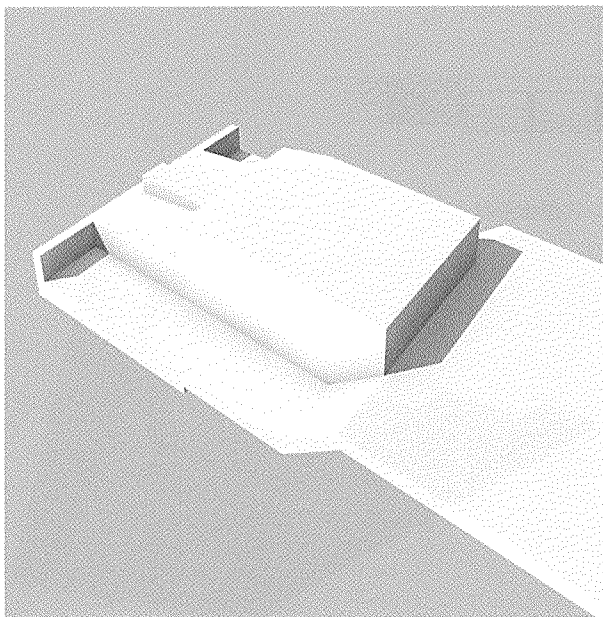


図 - 9 ST 床版端部形状

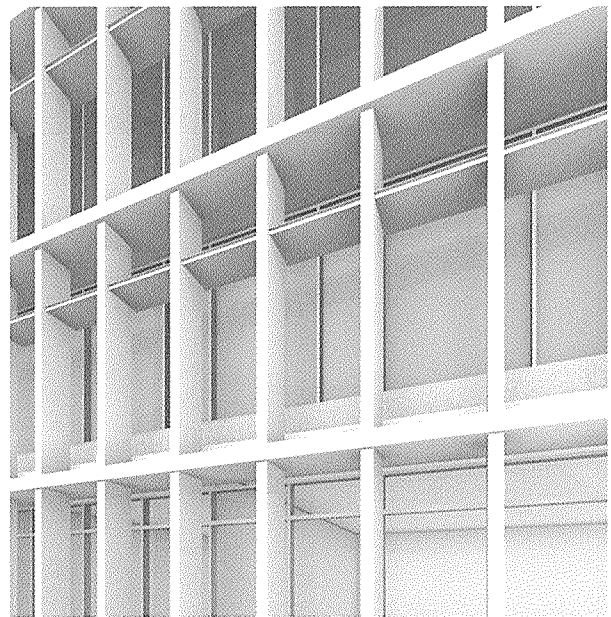


図 - 10 ST 床版端部見上げ

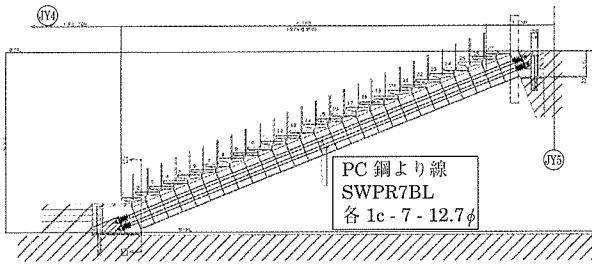


図 - 15 エントランス階段形状

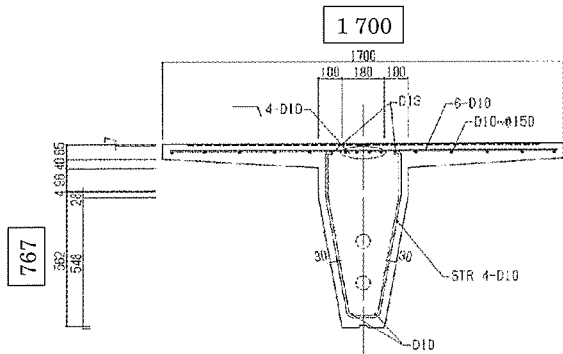


図 - 16 エントランス階段断面

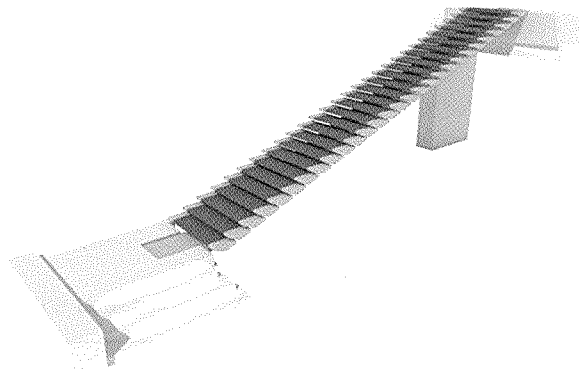


図 - 17 エントランス階段構造バース

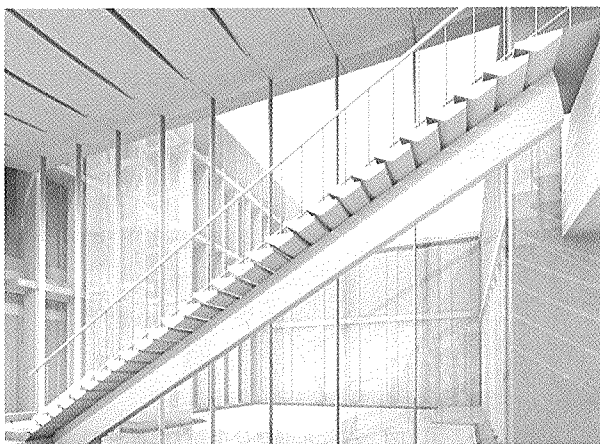


図 - 18 エントランス内観バース

4. FEM 解析および実大実験

以下の3項目を検証する目的で鉛直荷重に対する弾性FEM解析および実大加力実験を行った。

- ・ ST床版 - PC柱架構の応力状態の確認
- ・ ST床版 - PC柱架構の最終破壊形式の確認
- ・ 実大試験体の製作を通して施工要領およびディテールを詳細に検討

4.1 FEM 解析

図 - 19, 20 に FEM 解析モデル, 長期荷重下における曲げ応力度コンター図, せん断応力度コンター図を示す。結果として ST 床版の端部下面にはひび割れが生じないが, 端部上面にひび割れが生じる可能性があることと, 曲げモーメントおよびせん断力の平面的な拡がりに対する設計的取扱いが妥当であることを確認した。

4.2 実大実験

図 - 21, 22 に実大試験体の加力状況, 荷重 P - 変形 δ 関係を, 写真 - 1 に実験状況およびひび割れ状況を示す。実

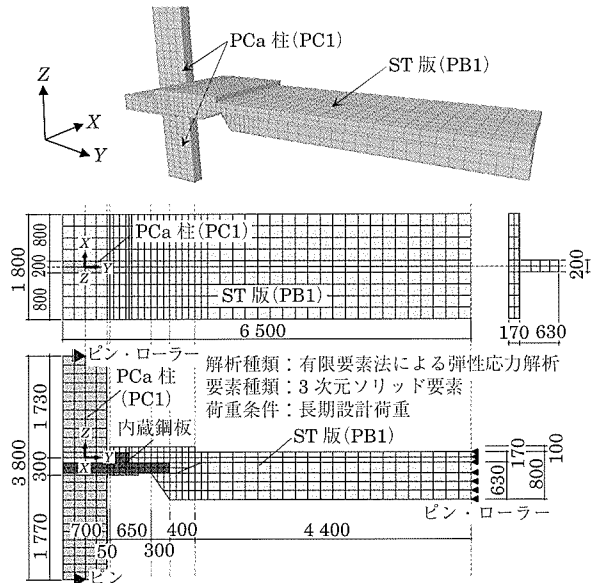
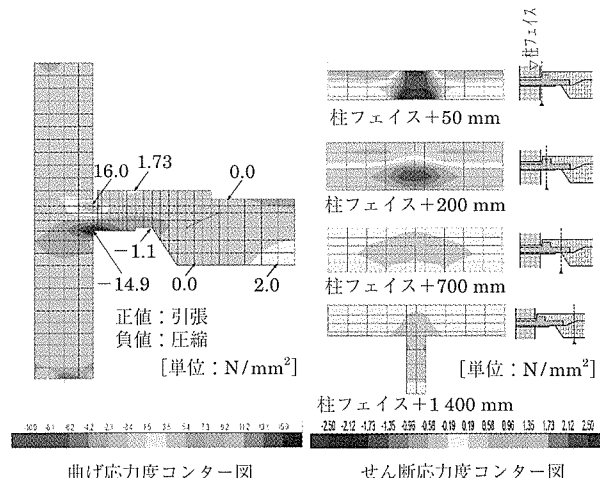


図 - 19 FEM 解析モデル図



曲げ応力度コンター図

せん断応力度コンター図

図 - 20 FEM 解析結果

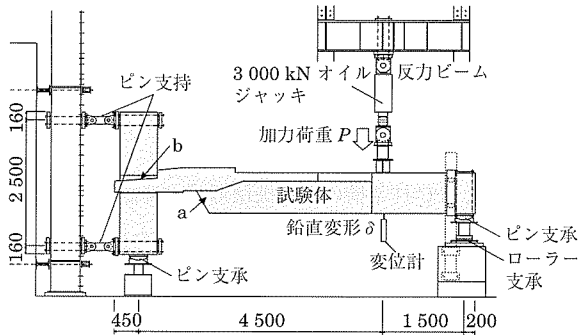


図 - 21 実大試験体の加力状況

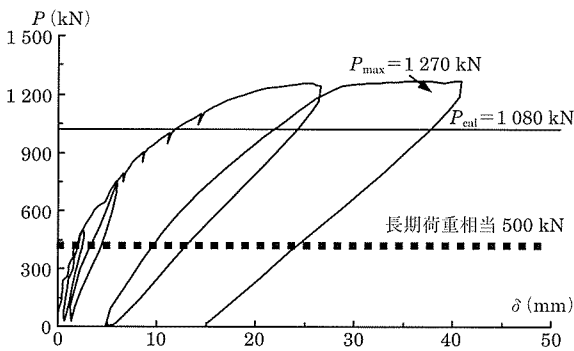


図 - 22 荷重 P - 変形 δ 関係

大試験体の加力は、図 - 21 に示す位置での集中加力とし、実建物における ST 床版 - PC 柱接合部の応力状態と同等になる加力方法とした。結果として以下のことがわかった。

- ① 長期設計荷重時において、PB 1 - PC 1 接合部周りのひび割れは確認されなかった。
- ② 終局時の ST 版の最大強度 P_{max} は、耐力計算値 P_{cal} の約 1.2 倍となり、安全側の評価となった。
- ③ 試験体の応力状態は、FEM 解析によるものと同様な結果が得られた。また、試験体の最終破壊状況は、ST 版の加力部と柱側端部に曲げ破壊が生じる破壊形式となり、解析結果とほぼ対応していることを確認した。
- ④ 加力前に観察された ST 版リブ先端部 (図 - 21 : a 部) のひび割れに対し、補強方法の検討とプレストレス導入手順の見直しを行った。

5. PC 部材製造・施工概要

5.1 PC 部材の製作

(1) PC 柱・ST 床版 (写真 - 2)

ルーバー状断面の PC 柱の製作に関しては、当然のことながら、見えがかりの正面および両側面は型枠面とし、裏

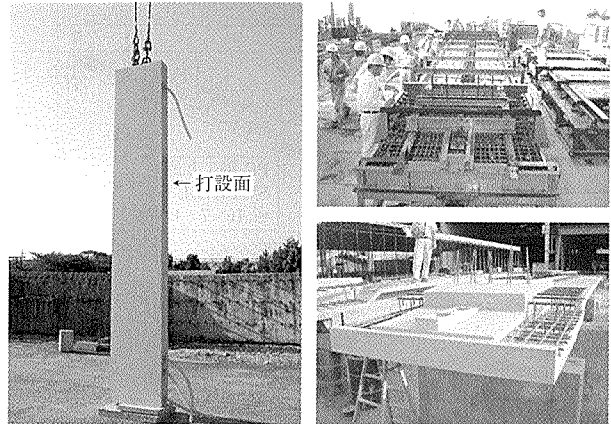


写真 - 2 PC 柱・ST 床版の製造

面となる幅 200 mm 側からの打設となるためにコンクリートの充てん性を製作前に確認した。部材のエッジラインの養生に留意し運搬時には専用ラックを製造した。写真右側が打設面でモルタル目地および PC グラウト用の注入排出ホースもここからとっている。

PC 柱と ST 版の接合部は実大実験によりその強度等が確認されたが、この実験では製造時の配筋や接合方法の確認も同時に行われた。とくに ST 版の端部は複雑な形状に加え、応力伝達用の金物や配筋が混み合い、製作にもっとも苦労したところである。

実験の結果等を踏まえて製作時には配筋の見直しを行い、とくにプレストレスの導入に関してはその方向と、導入時のムーブメントを吸収できるように型枠下部にスタイロフォームを挟み込む等の改善を行った (図 - 23)。

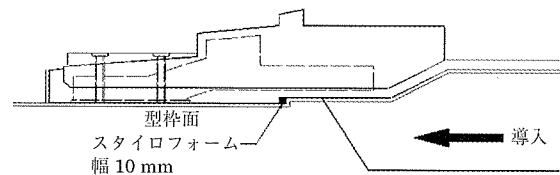
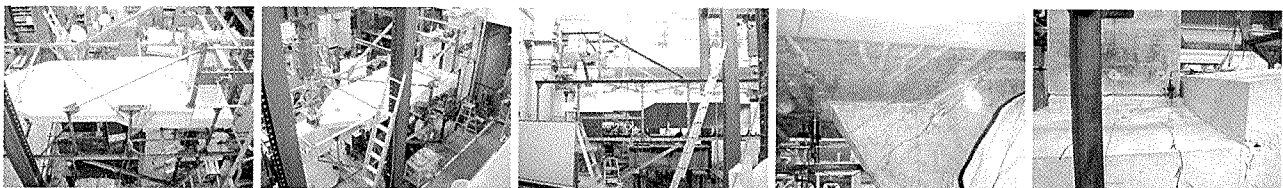


図 - 23 ST 床版の製造改善

(2) PC 階段 (写真 - 3)

PC 階段は、幅 1 700 × 600 mm の踏み板と幅 180 × せい 620 mm の 1 本げたからなるブロックを 27 ピース製造した。各ブロックを工場内に設けた地組ヤード上で順にセットし、接着剤を塗布した後レバブロックにより接合した。接合面にはせん断キーを設けてある。すべてのブロックを接合後 PC 鋼線 2 本により緊張圧着して 1 体とした。



実験 1

実験 2

実験 3

ひび割れ (図 - 21 : a 部) ひび割れ (図 - 21 : b 部)

写真 - 1 実験状況およびひび割れ状況

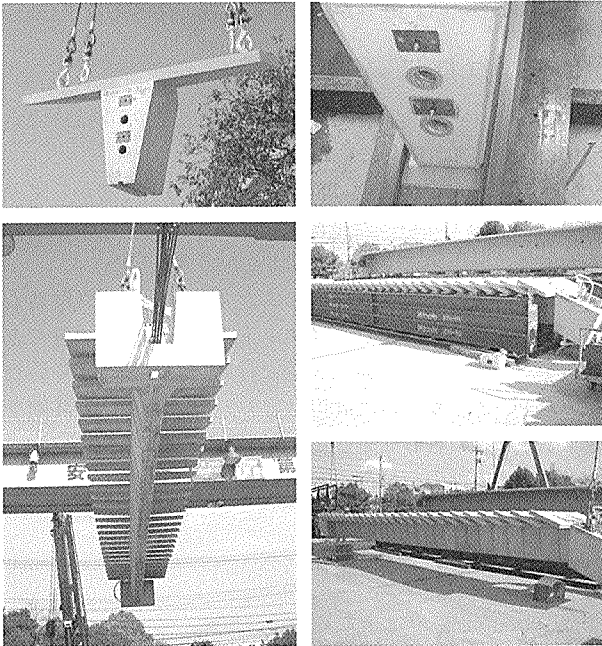


写真 - 3 PC 階段の製造

(3) PC 屋根板 (写真 - 4)

全9ピースからなるPC屋根板1枚の重量は20t弱でありその両端に大きな梁型をもつために、開き止めタイバーとして鉄骨2本を埋め込んで製作した。現場では屋根上部にトップライト用の現場打ち床が形成されるが、鉄骨はこの床材受けも兼ねている。

これらすべてのPC部材は、同一工場にて製作を行った。製作に要した期間は約4箇月間であった。

5.2 PC部材の施工

(1) PC柱・ST床版 (写真 - 5, 6, 7)

PC柱の建て方は以下の順序で10本/日で行った。

- ① 墨だし、レベル調整
- ② 柱用斜めサポートの配置
- ③ カップラーを介しPC鋼棒の建込み
- ④ PC柱セット
- ⑤ レベル、建入れ調整
- ⑥ 柱脚目地型枠セット
- ⑦ 目地モルタル充てん

ST版の建て方は以下の順序で10枚/日で行った。

- ① 支保工の組立て、墨だし、レベル調整
- ② PC鋼棒用金物の準備(車上ST版)
- ③ ST版吊込み、水平確認
- ④ ST版セット
- ⑤ 目地割付け、出入り、レベル調整
- ⑥ ST版相互溶接
- ⑦ PC柱-ST版間目地部型枠セット
- ⑧ 目地モルタル充てん

目地モルタルの強度確認の後、順次PC鋼棒の緊張を行い、シース内にPCグラウトを充てんした。

(2) PC階段 (写真 - 8)

工場で緊張一体化されたPC階段を現場に搬入し、油圧

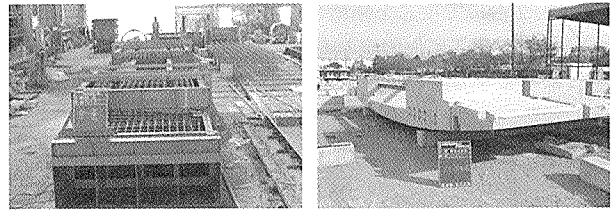


写真 - 4 PC 屋根版の製造

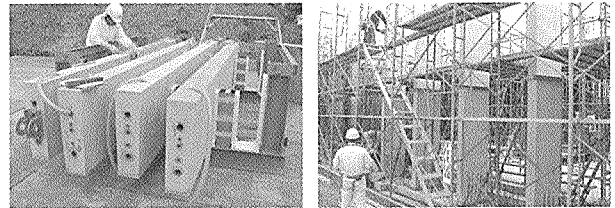


写真 - 5 PC 柱の建て方



写真 - 6 PC 床板の架設

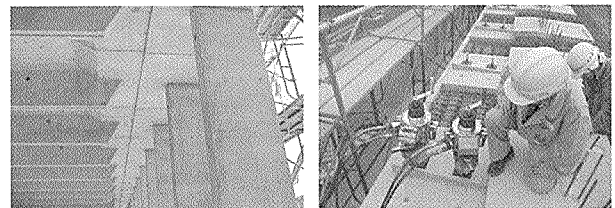


写真 - 7 PC 柱・床板の接合

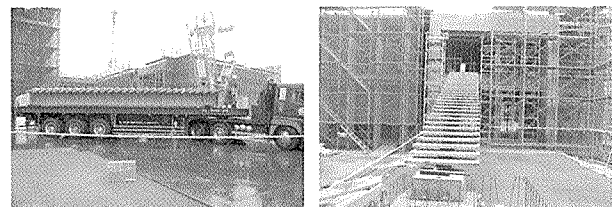


写真 - 8 PC 階段の架設

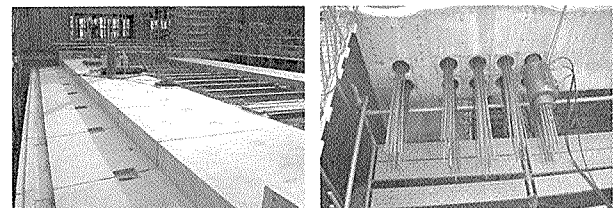
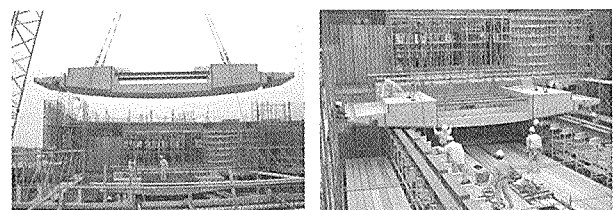


写真 - 9 PC 屋根版の架設・緊張

120 t・2台にて重芯を確認しながら所定位置に揚重を行った。上下支承部に仮固定した後、支承部アンカーバー部に無収縮モルタルを注入し、後日下部側よりPCグラウトを注入した。

(3) PC 屋根板 (写真-9)

PC 階段の設置完了後、PC 屋根板の支保工、足場の組立てを行った。次に支保工のレベル調整を行い、屋根板の割付け墨を出し、PC 屋根板を順次セットしていった。

3階事務棟とホール棟との両現場打ち梁間に9枚すべてのPC 屋根板をセットした後にジョイント部のシース管を接続し、PC 鋼線を挿入した。両端部にアンカーヘッド・くさびをセットし、目地部のモルタル強度を確認した後にホール棟側から緊張を行った。緊張順序としては、屋根板の左右の梁部の中央よりのPC 鋼線から左右交互とした。

PC 部材の施工は10月からの4箇月間ですべて完了した。

6. おわりに

本年度の4月いっぱいまで本工事は竣工し、写真はほぼ完成に近づいた4月下旬のものがある。

設計コンセプトの実現に向けて、設計初期段階から実大実験、現場施工といった階段を一步ずつ着実に上がっていき、納得のいく建物を創造することができました。

本建物の設計・施工を行うにあたり、多大なご理解およびご協力をいただいたクライアントの方々に感謝の意を表します。また、設計段階に入念な打ち合わせをさせていただいたPCメーカーの設計担当者の方々、着工後に詳細や施工手順の打ち合わせをさせていただいた施工者およびPCメーカーの方々のご努力に感謝いたします。



写真-10 エントランス



写真-11 南面↑・北面↓ファサード



写真-12 内観



写真-13 正面玄関より

【2007年5月8日受付】