

PCaPC 造による複合施設的设计・施工 —プラザウエスト建設工事—

森田 明*1・三輪 昌男*2

1. はじめに

本建物は、延べ面積 21 535 m² の区役所・図書館・ホール・市民交流施設機能を有した複合施設である(写真-1)。敷地はさいたま市桜区(旧浦和西部地域)のほぼ中央に位置しておりその規模は約 5 ha となっている。また、浦和西部地域複合施設は体育館が先行して整備され、その後に本施設が建設された。

この複合施設の基本方針は「大規模な敷地に文化機能・スポーツ機能・行政機能を有する施設群が複合的に整備され、桜区(旧浦和西部地域)における市民のさまざまな活動のセンターが形成されるという最大の特徴を活かすとともに高齢化社会や環境問題等の地域公共施設を取り巻く時代の流れを踏まえる」ことで計画されている。

構造的な要求として下記の項目に重点を置いている。

- ① 経済性の高い長く使える施設
- ② 人と環境に優しい施設
- ③ 周辺環境に配慮した配置・景観計画

①は PC 化による大スパン化、②は PC 化や型枠レス工法の採用により建設廃材の削減、③はアトリウムの屋根を市民が集う場所のシンボルとして白さをイメージした白い大屋根を提案している。

本建物は、構造計画上、区役所・図書館棟、アトリウム(市民交流施設)、ホール棟に分けられる(図-1参照)。区役所・図書館棟とアトリウムは Exp.J により構造的に分離し、ホール棟とアトリウムは一体として構造検討を行っている。また、アトリウムは各棟の中間に位置し、各棟の 1~3 階のフロアーを繋ぎ、大屋根で覆われている。



写真-1 プラザウエスト全景



*1 Akira MORITA

(株)松田平田設計 構造設計部



*2 Masao MIWA

(株)松田平田設計 BEEMS 部

2. 建築計画概要

名称：(仮称)プラザウエスト建設(建築)工事

発注者：さいたま市

所在地：さいたま市道場 4-425-1

敷地面積：46 548.9 m²

建築面積：7 735.5 m²

延床面積：21 534.7 m²

階数：地下なし・地上 5 階(最高高さ 26.71 m)

構造種別：PCaPC 造(区役所・図書館棟)、S 造(アトリウム)、SRC 造(ホール棟)

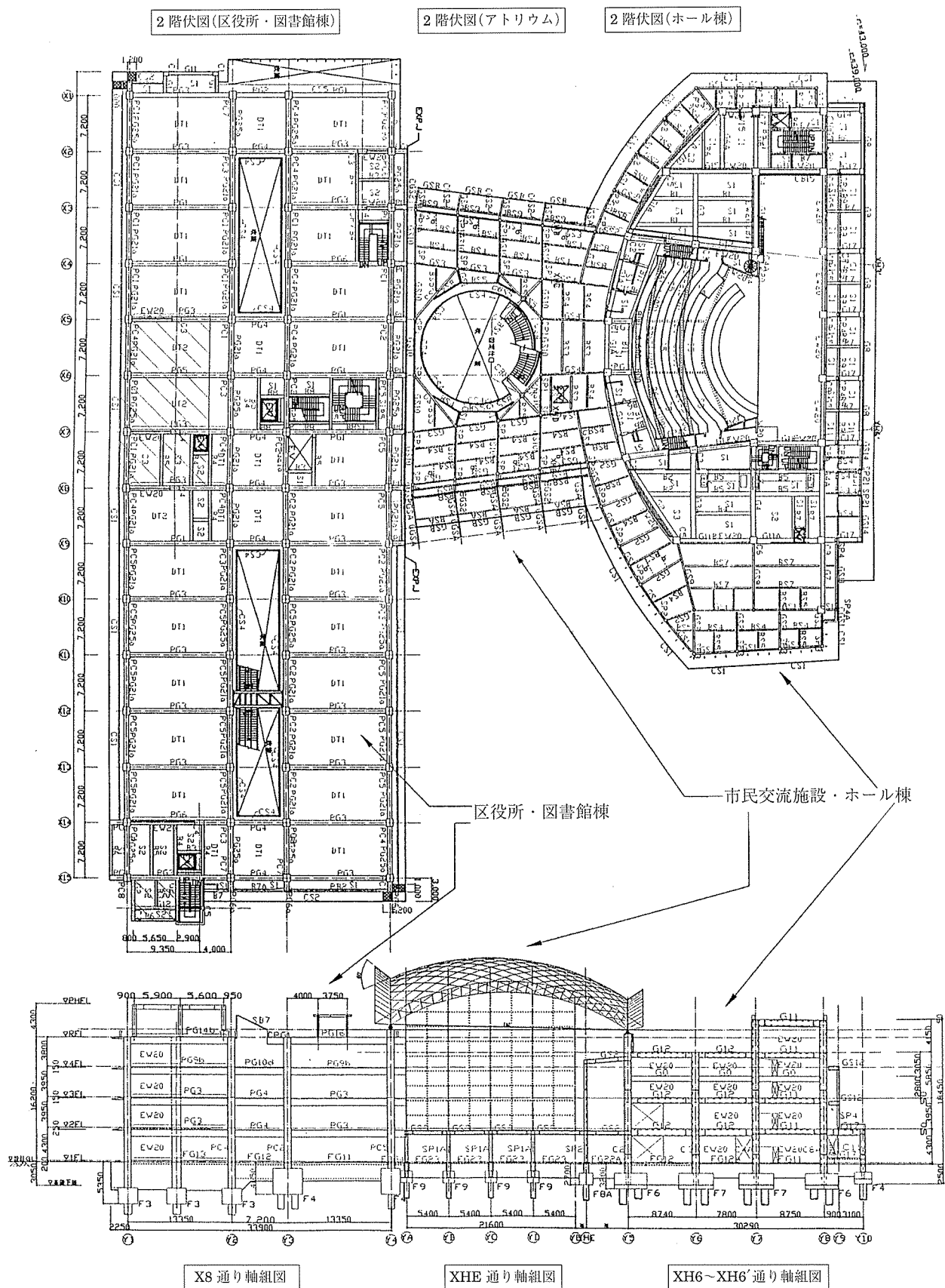


図 - 1 伏・軸組図

設計・監理：松田平田設計

施 工：銭高・谷口・八生特定共同企業体

用 途：区役所・図書館・ホール・市民交流施設

工 期：2003年9月～2005年2月

PC 製 作：(株)建研

3. 構造計画概要

3.1 構造概要 (図-1)

区役所・図書館棟は、将来の平面変更や用途変更に対応できるように、PC圧着工法によるプレストレストコンクリート構造(PCaPC造)を採用した。

PCaPC造の採用により、大スパンで耐久性のあるフレキシブルな架構が可能となった。また、施工にあたっては、コンクリート打設や型枠製作による騒音、廃棄物の低減が可能となり環境負荷の低減に努めた。

ホール棟は、遮音性やホール部分の大スパンを架け渡すために、鉄骨鉄筋コンクリート造とした。

市民交流施設は鉄骨造とし、大屋根架構はテンション材にロックドコイルロープを用いた単層格子シェル構造としている。

ドーム形状は、半径32.5m、最大支点間44.0m、ライズ9.2m(ライズ・スパン比0.2)のドーム形状となっている(写真-2)。

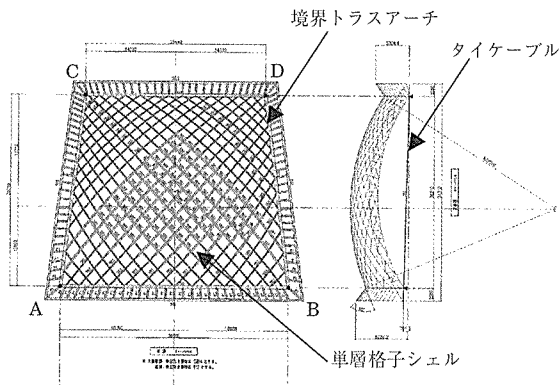


図-2 大屋根伏・軸組図

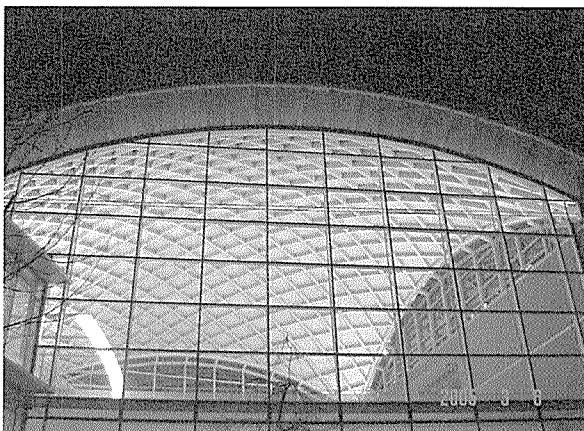


写真-2 内部全景

ドームの架構方式は、球面シェル、境界トラスアーチとアーチの支点間を結ぶタイケーブルとで構成され、4点で支持している(図-2)。

球面シェルは単層格子シェル架構とし、スパン割(約2.0mスパン)で格子状に架渡した。部材の横座屈等を考慮すると鋼管等の使用が考えられるが、経済性を考えH型鋼とし、大梁交差部は剛接合とする。また、単層トラスの採用理由は内部空間の有効利用と部材数の削減(製作・建方に配慮)などである。

単層格子シェルは、面内剛性に比べて面外剛性ははるかに小さいため、座屈などの不安定現象に対して十分な安全性を確保している。また、このような形状に対する架構システムはスラスト力が一様でなくなるケースが生じるため、面内曲げやねじりに対し下記の内容に留意した。

- ① 支点間の面内圧縮力を無理なく支点に集めること
- ② 各支点のスラスト力をもっとも有効なテンションリングで処理すること。

この条件に対し、格子状に架渡したシェルに生じるスラスト力を外周トラスアーチ架構に伝達し、アーチ効果に期待した。また、アーチ架構の支持点間にタイバーを設け、スラスト力を処理している。

区役所・図書館棟とホール棟の地震時の層間変形を吸収するため、屋根架構と行政側架構との間(支持点A, B)に鉛プラグ入り積層ゴム支承(以下、LRB)を、支持点C, Dにピン支承を設けた。また、屋根架構と下部本体架構の間をLRBにすることの二次的効果として、温度応力による大屋根と下部躯体への影響を抑えている。

3.2 基礎構造

基礎形式は、設計GL-37.5mのN値40程度の砂層を支持地盤とする杭基礎を採用した。杭種はPHC杭で、工法は区役所・図書館棟をプレボーリング拡大根固め工法、アトリウム、ホール棟を中堀拡大根固め工法とした。

3.3 構造計画(区役所・図書館棟)

区役所・図書館棟の平面計画は、長辺方向100.8m、短辺方向33.9mで柱を均等に配置して単純明快なものとしてわかりやすい施設とすることを重視した計画としている。スパン割は、梁間方向7.2m、スパン方向13.5mである。

通常こうした大規模な構造は、建物長さ100mくらいごとにエキスパンションを設けることが多いが、本構造はエキスパンションを無くした計画とした。本構造は全面的に高品質・高強度コンクリート(Fc50)を用いたプレキャスト・プレストレストコンクリート部材の圧着工法を採用することで33.9m×100.8mをノンエキスパンション構造として計画されている。

PC圧着工法の採用理由を下記に示す。

- ① 平面計画上均一なスパン
- ② 耐久性の向上
- ③ 耐震性の向上
- ④ 多連続スパンにおける不静定二次応力の最小化
- ⑤ 工期短縮
- ⑥ 現場作業員の省人化
- ⑦ 運搬車両総数減による交通振動・渋滞の防止

⑧ 躯体用型枠ベニヤ板の不使用等の地球環境への配慮など、諸々のメリットが挙げられる。

プレキャスト造にすることで、天候に左右されずに高品質で均一な部材が得られ、工期の安定化と短縮化が図られた。床スラブもハーフ PC 版 (DT 版) を架設した上にコンクリートを打設する合成スラブを採用した。

また、底はハーフ PC 版を採用し、支保工の削減と高所作業での安全性を確保した。

4. 設計方針

4.1 耐震設計方針

本設計は、設計ルート「ルート 3b」とし、有効率 $\eta = 0.85$ のポストテンション工法で原則的にパーシャルプレストレスングとした。一部、これを超える引張応力が残存する部位については鉄筋にて補強を行っている。断面算定は、X 方向長期時は PC 単体で、X 方向終局および Y 方向は合成断面にて行っている。

① 許容応力度設計

1 次設計時の地震荷重係数 $C_0 = 0.2$ に対して、ひび割れを生じさせない設計を行った。

最大層間変形角は X 方向 1/934 (2 階)、Y 方向 1/607 (2 階) である。

② 保有水平耐力

2 次設計では構造特性係数 $D_c = 0.3$ (X 方向)、 0.35 (Y 方向) と用途係数 1.5 を考慮した必要保有水平耐力に対し、保有水平耐力は最小値で 1.26 (X 方向)、1.03 (Y 方向) であることを確認している。

4.2 耐風設計方針

耐風設計の設計用速度圧は、施行令第 87 条および建省告示第 1454 号に基づき算出した。また、粗度区分は II とした。

4.3 部材計画 (図 - 3)

梁せいはスパン・梁間方向ともに 900 mm で、1 次・2 次ケーブルは 12.7 φ の PC 鋼より線を 4 ~ 6C (ケーブル) 使用した。柱断面は 900 mm × 950 mm で、32 φ の PC 鋼棒を 4 ~ 6 本使用している。また、スラブはリブせい 300 mm (600 mm ピッチ)、12.7 φ の PC 鋼より線となっている。

PC 鋼より線定着工法は VSL 工法を採用した。

4.4 主要部材の接合

- ・基礎 ~ 1 階床：場所打ち鉄筋コンクリート造とし、基礎部は基礎梁にアンカーする圧着工法
- ・基礎 ~ 柱 ~ 柱：PC 鋼棒圧着接合

- ・柱 ~ 大梁：柱通し型の PC 鋼線圧着接合
- ・大梁 ~ 床版：床版は現場にて PC 床版の上に後打ちコンクリートにて一体化する PC 合成床版

4.5 詳細計画

大屋根の支持機構と PC 柱の接合部分を図 - 4、写真 - 3 に示す。

R 階の PC 施工が終了した後、この部分だけ、柱の四隅の PC 鋼棒を緊張しアンカーフレームに取り付け、ボルト接合を行い、大屋根の支承を取り付けるディテールとなっている。

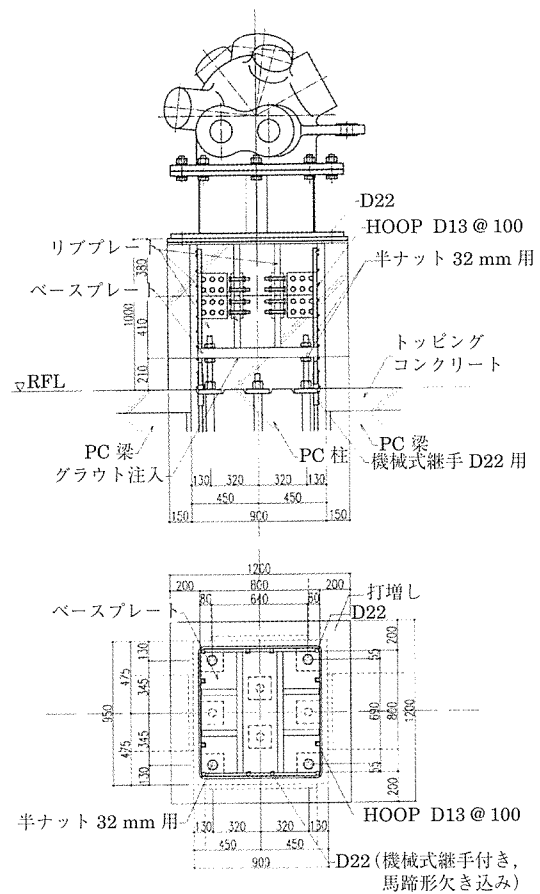


図 - 4 PC 柱頭、大屋根支承詳細図

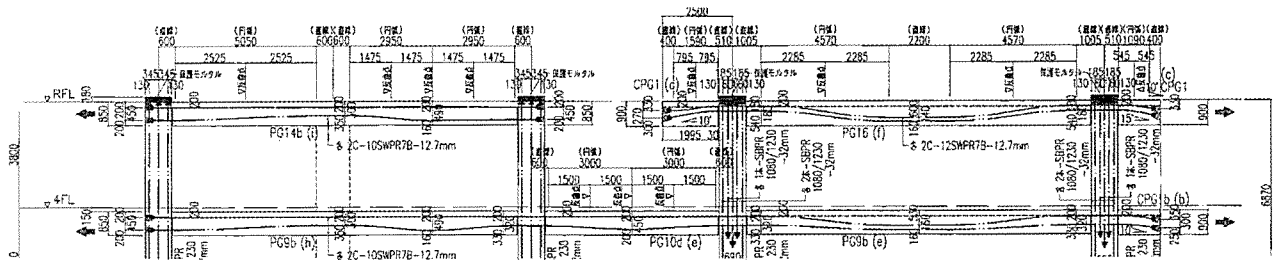


図 - 3 PC 配線図

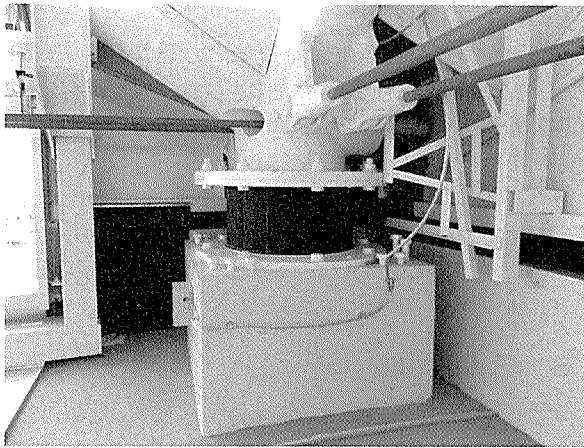


写真-3 大屋根支承部

4.6 PC 架設手順 (設計時)

構造検討をするにあたって、①プレストレス導入によるフレームの弾性収縮、②PC 部材の乾燥収縮などによる不静定二次応力を最小とするため、スパン数4～5スパン分を同時着工とした圧着工法によってこのフレーム部分を剛節構造とした。

下記に示す施工手順 (図-5) を示す。

1. X1～X7 通りまでの1階PC柱を架設。柱脚目地部、無収縮モルタルを充填し、強度発現後、PC鋼棒緊張 (図-5①)。
2. X1～X7 通りまでの2階PC梁架設 (図-5②)。
3. PC床版架設。Y方向梁下サポート支持。空目地 (X7 通り) 以外の目地モルタル充填。強度発現後、X方向ロングケーブル緊張、その後ショットケーブル緊張 (図-5③)。
4. X1～X6. 5 通り間のトッピングコンクリート打設。強度発現後、Y方向緊張 (図-5④)。
5. X8～X12 通りまで1～4を行う。
6. X13～X15 通りまで1～4を行う。
7. 3階において、1を除く2～6を行う (図-5⑤)。
8. 4, R階において、1～7を行う (図-5⑥)。
9. 支保工撤去後、間柱等施工 (図-5⑦)。

5. 施工計画概要

5.1 プレキャスト PC 部材の製作

本体に使用される柱・梁部材数は570ピース、床・庇は924ピースとなる。また、スパン方向の梁は部材製作工場で行なわれる各スパン長さの部材に一次緊張を行った。

なお、梁の部材長は建方時を考慮し、柱との目地幅30

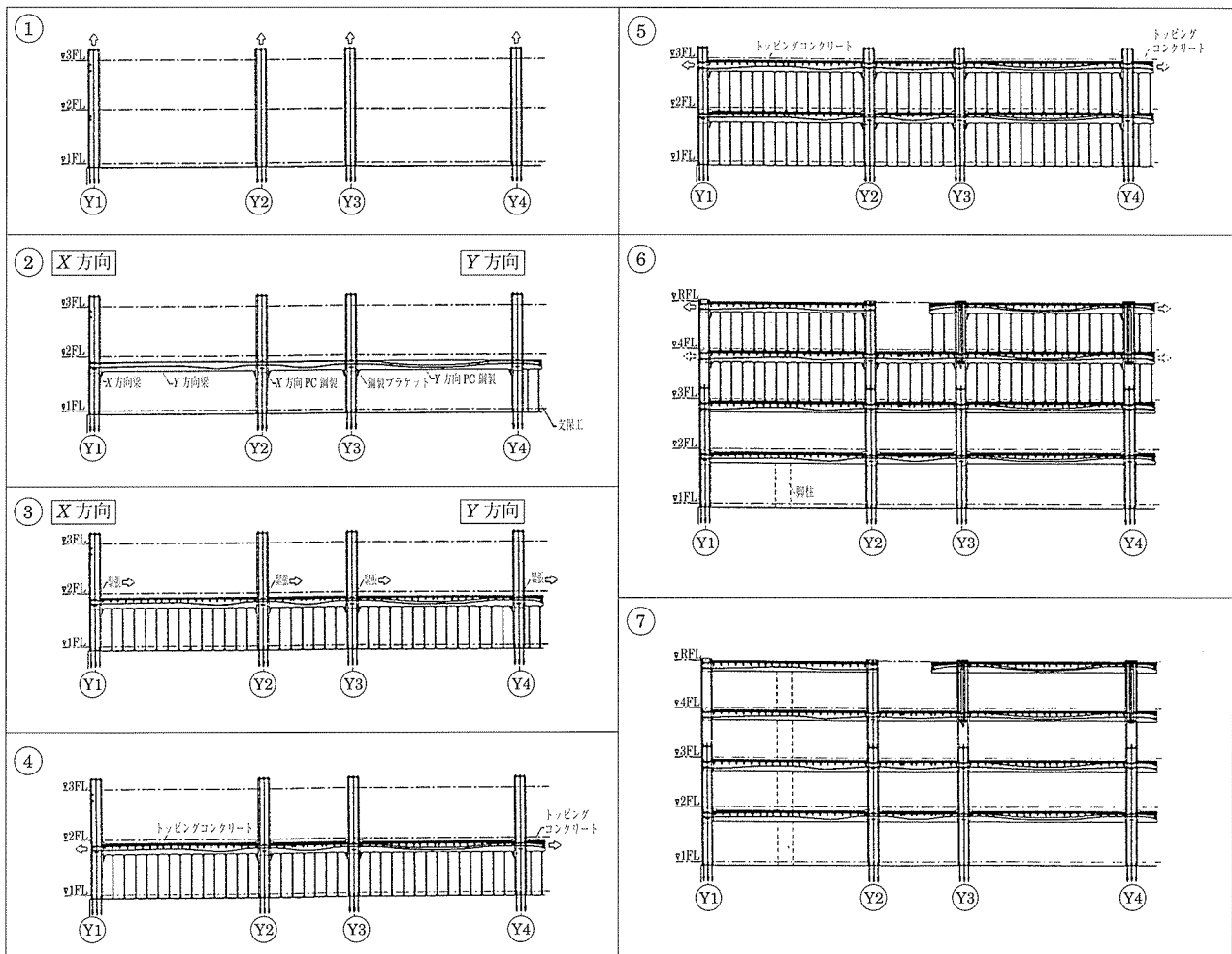


図-5 PC 架設手順

mm を確保している。

5.2 PC 建方 (図 - 6, 写真 - 4)

プレキャスト PC 部材の架設は 3 つのエリアに分け、350 t のクローラークレーンを建物外部に配置し建方を行なった。その際、クレーンが走行する部分は地盤表層を地盤改良している。

5.3 緊張工事

二次ケーブル配線は 2 つの方法にて行なった。1 つは各柱～梁接合部 (ショートケーブル) と、二つ目はスパン全長にわたって貫通しているケーブル (ロングケーブル) である。この方法により、建物全体を一体としている。

柱は PC 鋼棒定着工法を採用した。緊張手順は柱 1 本に対して 2 台の緊張ジャッキを対角となる位置にセットし、1 台の油圧ポンプにてジャッキを同時に作用させ、均等になるように緊張力を導入した。また、緊張作業は緊張力を 100 kN ごとに区切り、ナットを順次締め込み目標作業時緊張力 692.0 kN まで張力導入を行なった。

梁の緊張手順は、緊張開始前にモルタル強度の発現を確認し、アンカープレートおよびアンカーヘッド・くさびをセットする。次に、緊張は、プレストレスが均等に導入できるように配慮し、200 kN ごとに区切り、目標作業時緊張力 1332.0 kN まで張力導入を行なった。

柱・梁ともに伸び量の許容範囲は ± 5 % 以内を管理値とした。

5.4 全体工程 (図 - 7)

建物の全体工程 17 ヶ月に対して、PC 建方工事の工期は約 4 ヶ月で終了した。通常の在来工法に比べて約 1 ヶ月の工期短縮が図れた。工事工区は 3 工区に分け、1 サイクルは平均で約 1 ヶ月となっている。

各棟ごとに異なった構造種別を有する建物において、工事が錯そうすることなく、かなり厳しい工期 17 ヶ月で行われた。これは、PC 工事を先行すると共に運搬車両総数減および現場作業員の省人化によるところが大きかった。

6. おわりに

本プロジェクトを設計・施工するにあたり、浦和西部地域複合施設建設準備室の皆様へ感謝の意を表します。また、PC 製作・工事を担当された方々に感謝します。

また、全工期を通じて綿密な工程管理を確立し、工期内に高品質・高精度な建物を実現した建築 JV の関係者の皆様には深く感謝致します。

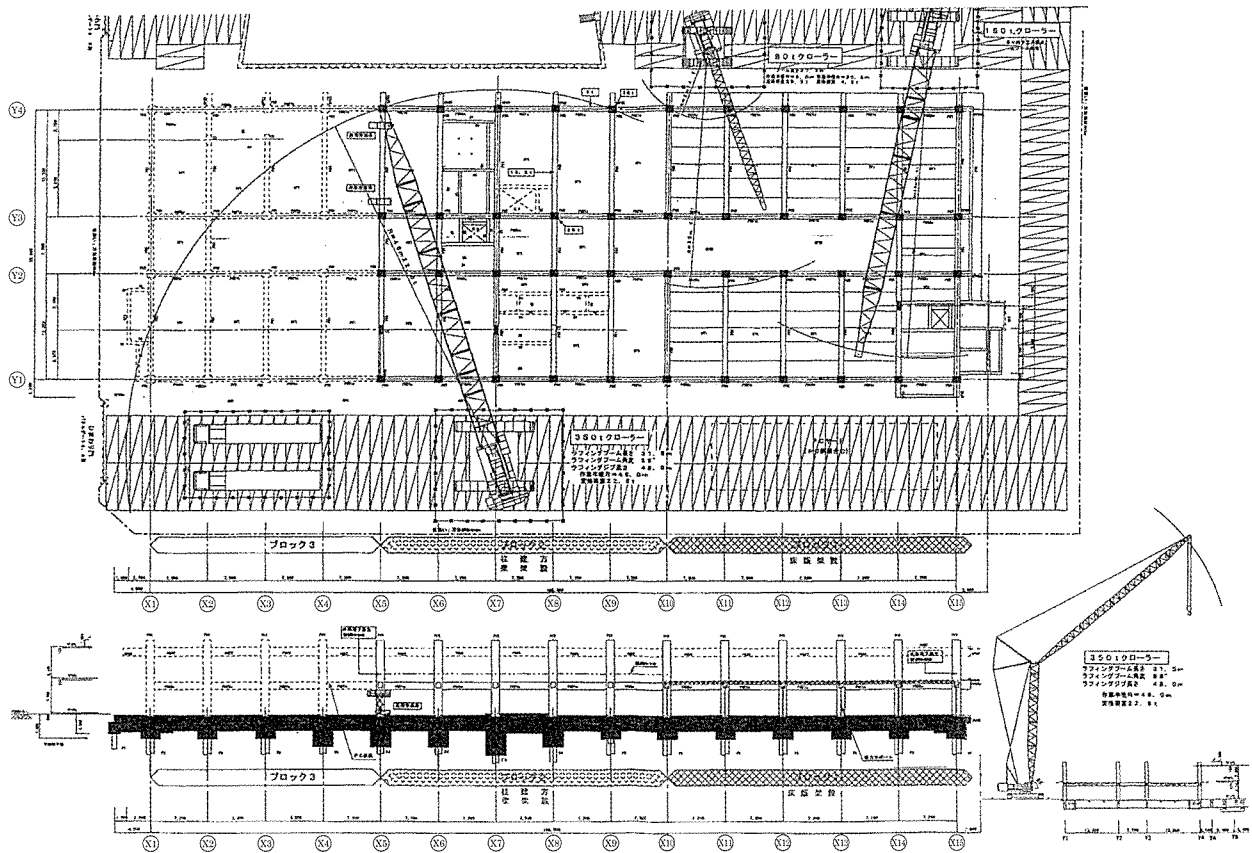
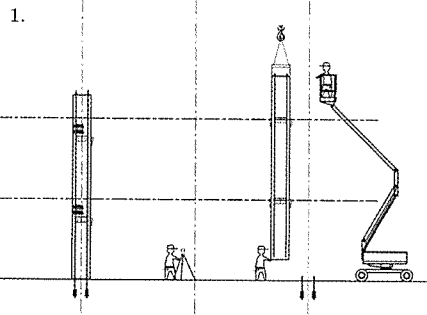
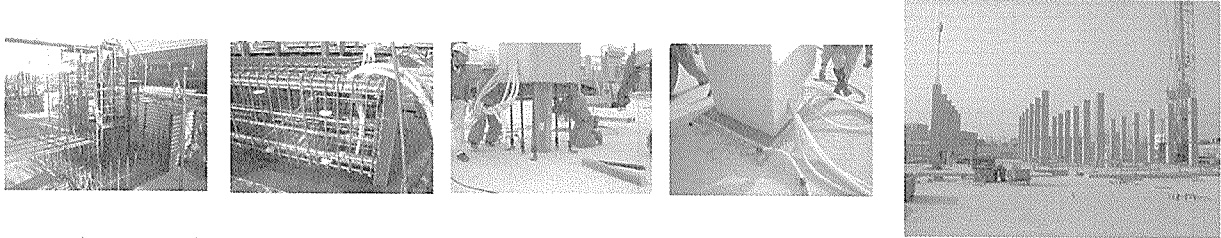
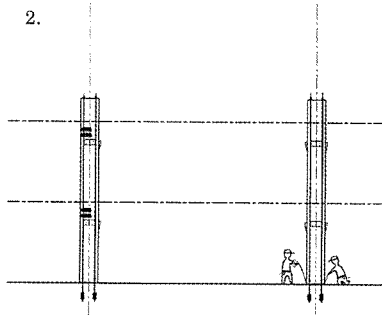


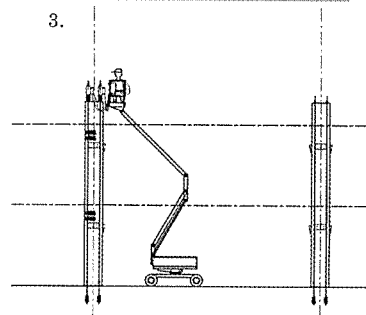
図 - 6 PC 建方計画平面図・断面図



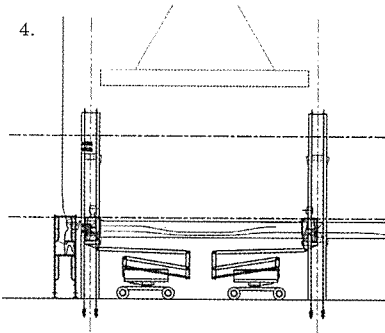
1.
 ・柱位置の墨出し
 ・柱建方, PC 鋼棒のセット



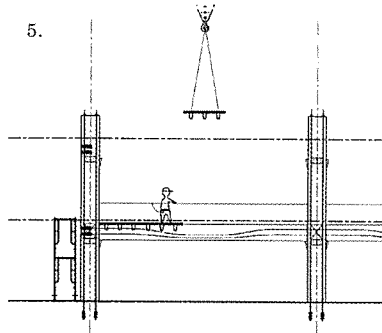
2.
 ・柱脚部目地型枠
 ・柱脚無収縮モルタル充填



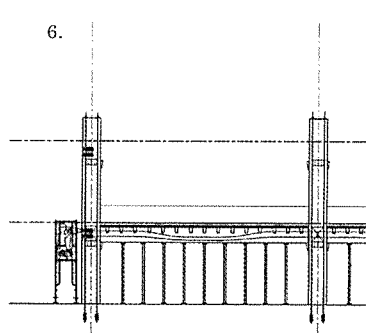
3.
 ・柱 PC 鋼棒緊張作業



4.
 ・PC 梁材架設
 ・PC 鋼材通線
 ・柱, 梁間目地モルタル詰め



5.
 ・PC 床版架設
 ・トップコン打設準備開始



6.
 ・トップコン打設
 ・PC 鋼線緊張作業

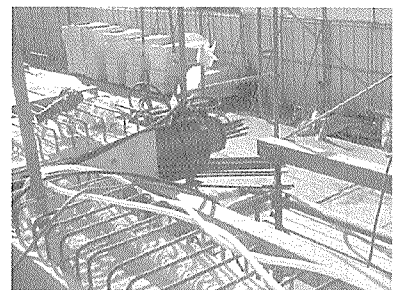


写真 - 4 PC 部材架設および緊張状況

参考文献

1) 森田他, ロックドコイルロープを用いた単層格子シェル屋根の構造計画と施工 (その1) 構造計画概要 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), 2005.9
 2) 黒沢他, ロックドコイルロープを用いた単層格子シェル屋根の構造計画と施工 (その2) ドーム屋根の施工 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), 2005.9

3) 山口他, ロックドコイルロープを用いた単層格子シェル屋根の構造計画と施工 (その3) 施工を反映した座屈解析 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), 2005.9

【2005年4月21日受付】

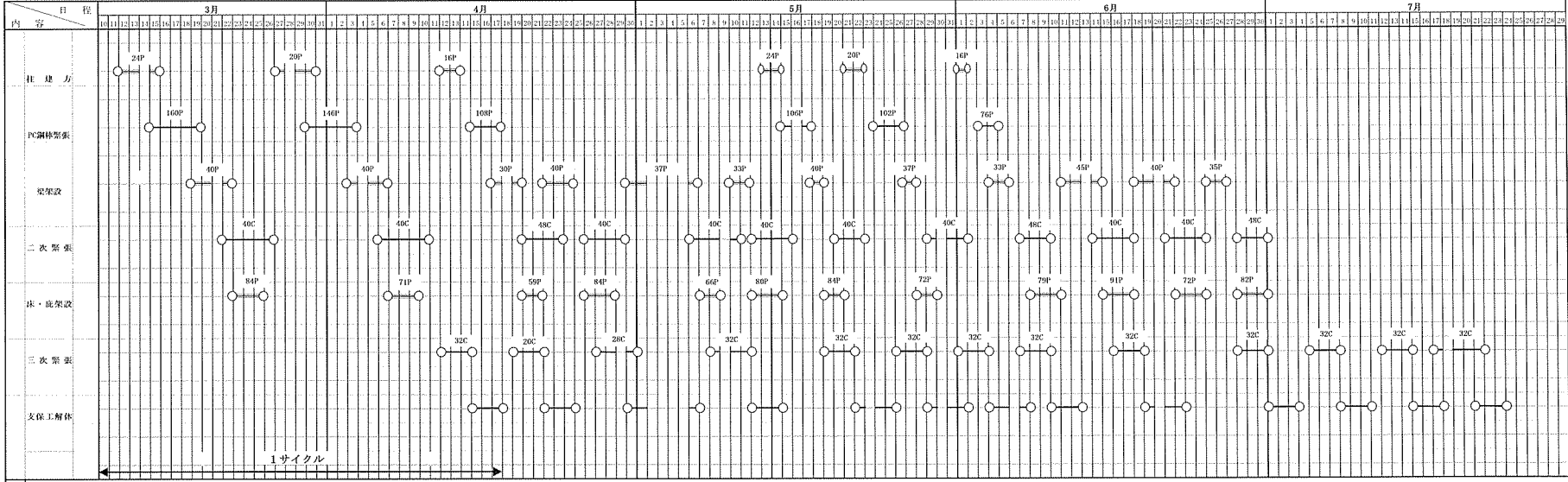


図-7 PC工事工程表・サイクル工程表

