

TDK テクニカルセンター W2 棟の設計・施工

— PC 部材により構成した執務空間 —

堀米 里史*1・三宅 由祐*2・山浦 夕佳*3・今村 雅泰*4

執務室の空間は短辺方向で9.6m×3スパンの約29m、長手方向は6.4m×11スパンと9.6m×2スパンの合計約90mの大平面であり、そこにリブ形状のスパン梁を連続して配置した意匠性と、部分的に空調ダクトスペースとした機能性をPC部材で構成した。

またリブ形状のスパン梁は大梁部材と小梁部材を同形状とし大梁部分についてはダブルティー型で構成し対の柱で支持する構成とした。数多くのPC部材の組み合わせによって、意匠、構造、設備の一体性を兼ね備えたワークプレイスを実現できた。

キーワード：PCaPC, 圧着, 天井リブ

1. はじめに

TDK 株式会社テクニカルセンター W2 棟は千葉縣市川市に建つテクニカルセンターの新棟である(写真-1)。この建物は敷地内に点在するそれぞれの機能を集約し敷地内全体の「つながる」コンセプトの実現に向けた皮切りに位置付けられた建物である。執務空間としては、各組織を横断的に配置できるほどの大平面を構成し意匠性、安全性、機能性を兼ね備えた建物となっている。この建物はテクニカルセンター全体がTDKのグローバルR&D拠点の中核となるべく、新製品の創出につながる開発環境を整備するための中心的役割をもつ建物とする計画となっている。



写真-1 エントランス外観

2. 建築概要

建物名称：TDK 株式会社テクニカルセンター W2 棟
 建築場所：千葉縣市川市東大和田2丁目15-7
 主要用途：事務所
 建築面積：4 146.25 m²
 延床面積：14 439.25 m²
 階数：地上5階、塔屋1階
 最高高さ：25.65 m
 構造形式：基礎 杭基礎
 上部構造 PCaPC造、一部RC造、およびS造
 建築主：TDK 株式会社
 設計監理：株式会社 山下設計
 施工：株式会社 大林組
 PC施工：株式会社 ピーエス三菱



写真-2 3階吹抜け部 内観



*1 Satoshi HORIGOME

(株) 山下設計
構造設計部



*2 Yusuke MIYAKE

(株) 山下設計
構造設計部



*3 Yuka YAMAURA

(株) 山下設計
構造設計部



*4 Masayoshi IMAMURA

(株) ピーエス三菱
東京建築支店 建築設計部

3. 建築計画

建築の概要は階構成として1階はエントランス・実験エリア・ホールで構成している。2階から4階の3層が執務室、5階に空調機械室や屋上設備機器類の設置スペースとしている。図-1, 2に各階平面図・断面図を示す。大きく平面的に3つのゾーンに分かれており、主に執務を行うオフィスゾーン(写真-2, 3)、会議や賑わいのあるコラボゾーン、そしてそれをつなぐサポートゾーンとして計画した。執務室エリアについては人の多い場所や少ない場所、話し合う場所や集中する場所などの多種多様な場所をつくり、回遊型の動線をつなぎ、オフィス全体をワークプレイスとして活用できる計画としている。

次にオフィスエリアの空調は床下空調を採用し、2スパンごとの空調システム構成とした。構成断面のイメージ図を図-3に示す。PCa梁をダクトに活用し、OAフロアの床下へ空調設備からの空気を送り込み、通路や座席付近

の床面に設けられた吹出し口で空調を行う計画としている。



写真-3 オフィスゾーン内観

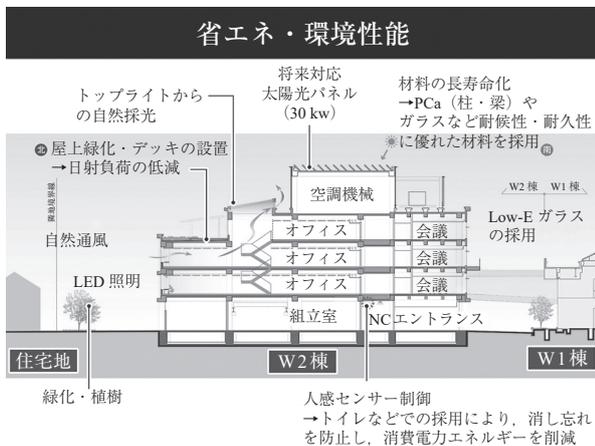


図-1 断面図

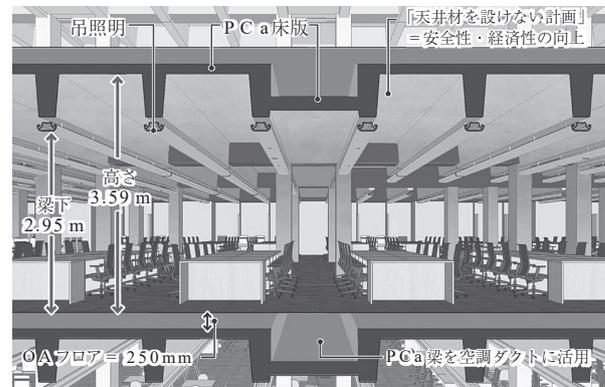


図-3 オフィスフロア構成断面イメージ図

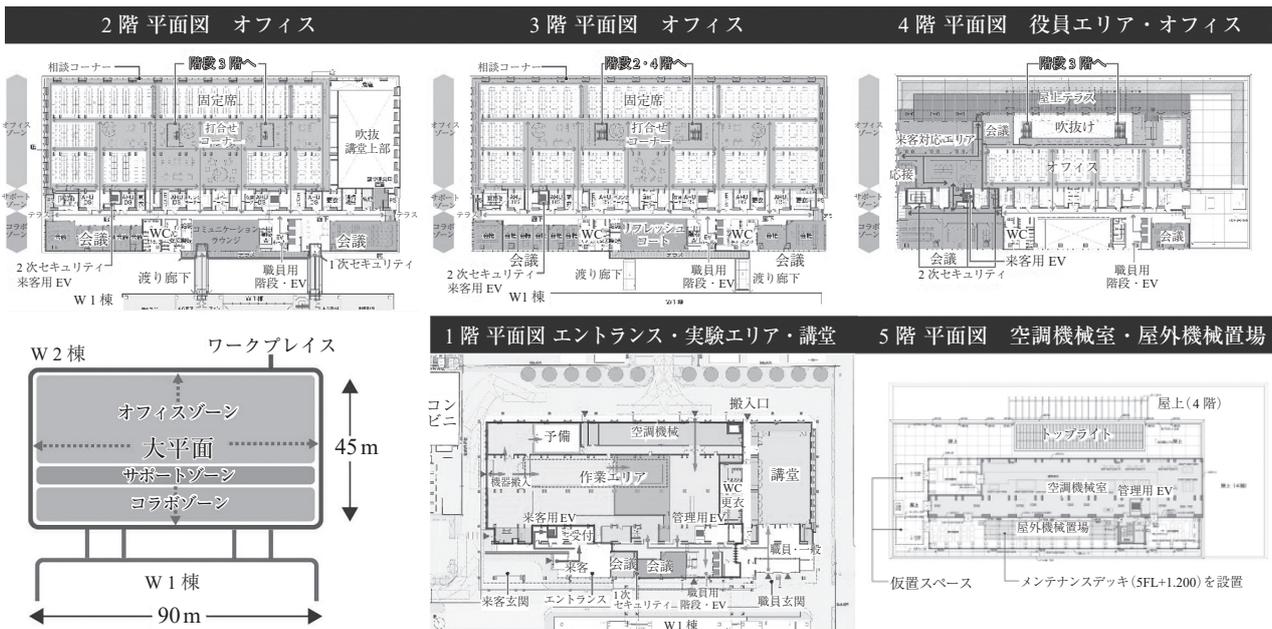


図-2 各階平面図とゾーン分け

4. 構造計画

4.1 上部構造

建物形状としてはおおむね整形な形状をしているが大きくオフィスゾーン、コラボゾーン、サポートゾーンと分かれている。構造計画についてもその区分に応じて大平面となっているオフィスゾーンとそれをつなぐサポートゾーンについてはPCaPC造とし、コラボゾーンは現場打ちRC造としている(図-4)。構造形式は耐震壁付きラーメン構造とし、耐震壁は現場打ちRC造としてPCa部材構築後の後打ちとしている。

柱についてPCa部材で計画したものはおおむね4ケースあり、オフィスゾーンには幅600mm×成2000mmの耐震壁として扱える規模の柱を外周部に配置することで耐震性を確保し、内部には400mm×500mmの小柱を鉛直支持の役割として2本一組の柱として配置した(図-6)。サポートゾーンには幅400mm×成1200mmの柱を2本組にしたもの、さらにはその間を耐震壁で繋いだH型柱を計画しコラボゾーンの境には2本一組の梁を1本の梁に集約するため、それらを包含する長方形型柱を計画した。これらはオフィスゾーン内部の小柱を除きいずれも耐震壁と同等の耐力、剛性を見込める部材として計画している。

梁について梁間方向はスパンが9.8mでポストテンション方式としている。形状は天井としての意匠性から連続したWT型のスパン梁をメインとし(写真-4)、一部床吹出し空調のダクトとして利用したU型スパン梁(図-5)を構成した。その間に掛かる小梁も同様にWT型のスパン梁の小梁を構成しすべて同断面で計画することでPCaリブが連続した意匠性のある空間を構築した。なお、コラ



写真-4 内観状況 PC 梁のリブ

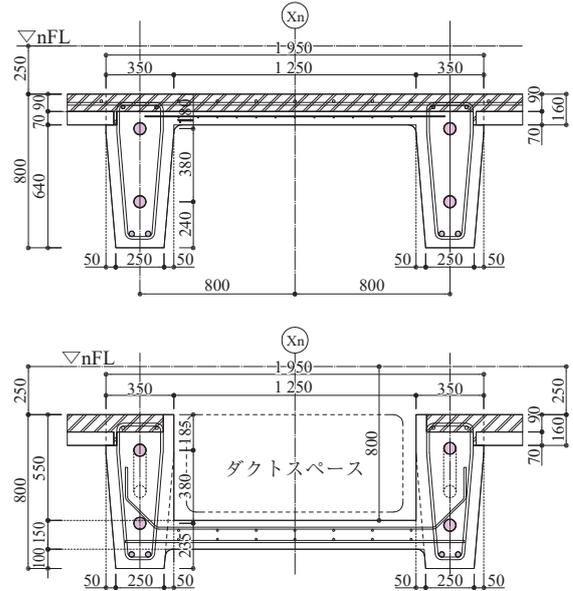


図-5 スパン梁 PC 形状
(上段:一般部, 下段:ダクト経路)

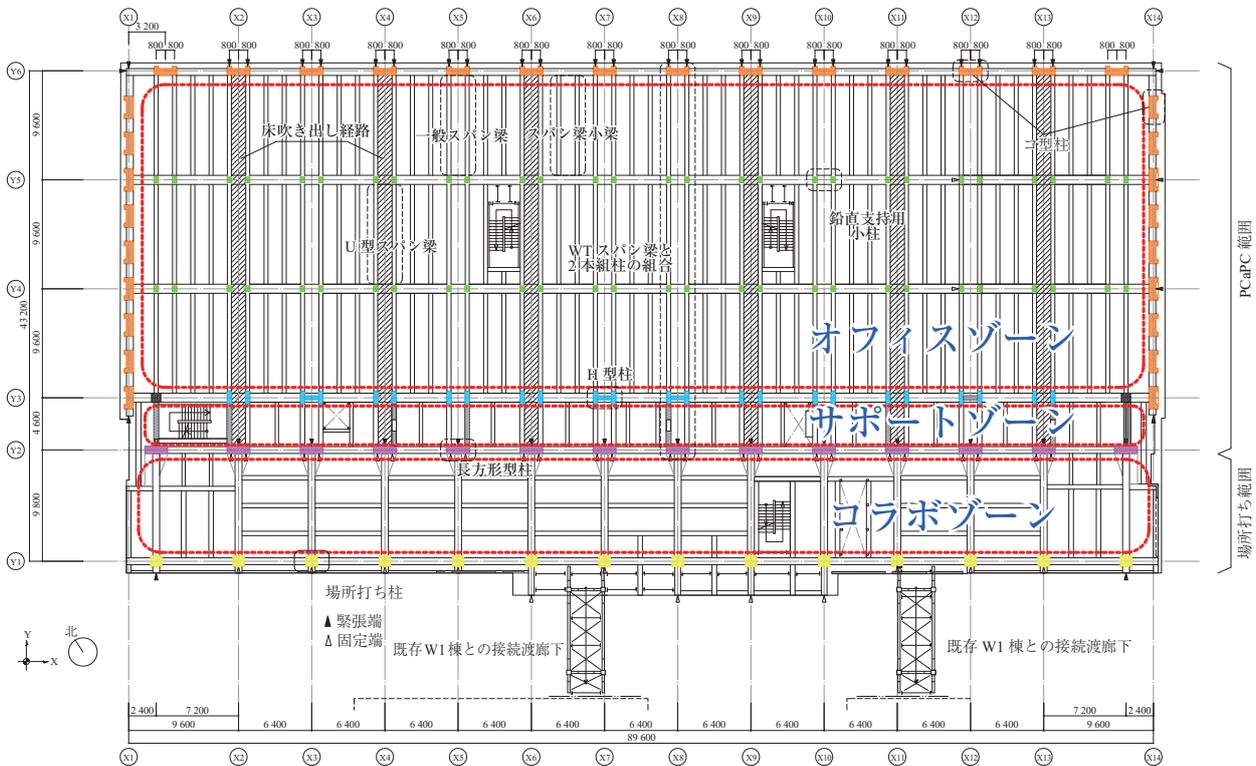


図-4 構造平面計画図

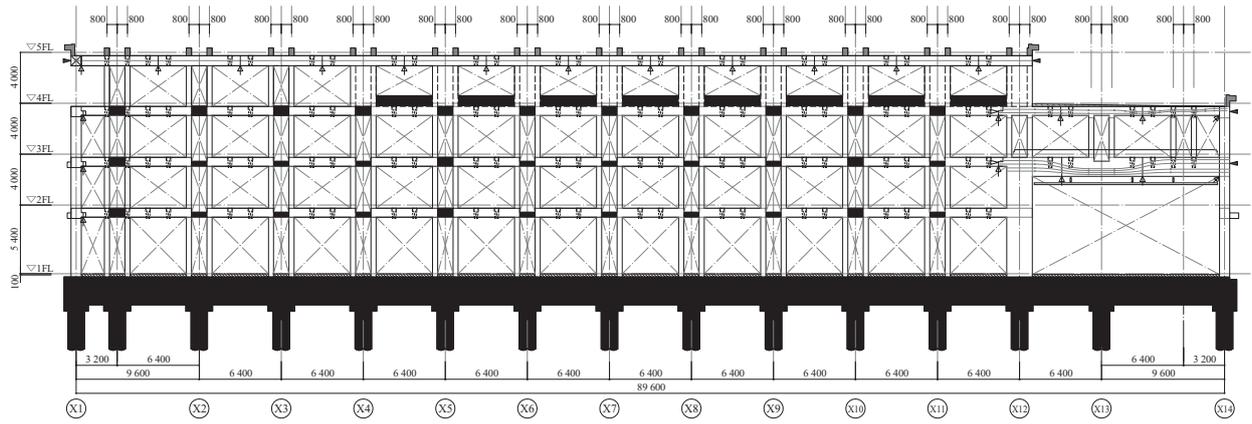


図 - 6 代表軸組図

ボゾーンは天井材を設けることで躯体が隠蔽されるため意匠的にも PCa 造とする必要はなく RC 造としているがスパンが 10 m と比較的長いので現場緊張の PC 梁を使用しながら RC 造として設計している。

4.2 基礎構造

計画地は JR 総武本線「本八幡」駅より南西方向に約 0.6 km の距離で地形としては東京湾岸沿いの行徳低地に位置しており、前面の海域の地下には、軟弱な沖積層に覆われた埋没地形となっている。当該地はその埋没上位丘面に位置し、その深さは -15 m 付近を境に、上層には沖積層、下層は洪積層となっている。

支持層は GL-13 ~ -15 m に N 値 50 以上の細砂層とした。表層は軟弱層となっており、液状化のおそれもあることから場所打ち鋼管コンクリート杭を採用した。なお、耐震壁の回転による引抜きに抵抗するため、杭長は 20 m として引抜き耐力を確保する計画とした。

5. PCa 部材の概要

本建物は大梁・柱・小梁において工場生産の PCa 部材を用いて圧着方式を採用した。桁行方向の Y6 では配線形

状を直線とし大梁中央位置での圧着を採用している。ここでは設計上の配慮として代表的な PCa 部材の概要について解説する。

柱の断面形状を図 - 7 に示す。オフィスゾーン外周部に配置しているコ型柱を示す。解析上はスパン梁のダブル梁が取り付く側は柱 + 壁 + 柱とモデル化しており、他方は長方形に置換した形状として扱っている。H 型柱はオフィスゾーンとサポートゾーンの間 (Y3 通り) に配置、床吹出し空調ダクトの経路と干渉しない場所で使用している。ダクト経路となっている部分に関しては梁と同様に組柱として 2 本一組の柱としている。また、オフィス内に鉛直支持として設けている小径の柱断面は大空間のオフィススペースの開放性を損なうことのない最小限の形状とし、かつ負担する応力の最少断面として検討を行っている。

6. 施工概要

6.1 施工計画

本建物は敷地との関係上施工スペースに制約があり、設計当初は建物の南北にクローラークレーンを設置する計画としていた。工事計画上、近隣住宅との距離が近いこと、

pC1 シリーズ (コ型柱)	pC2 シリーズ (H型柱, 組柱)	pC2A (鉛直支持柱)
800 (600) × 2 000	400 × 1 200	400 × 500
16 - D32 + 10 - D25	6 - 2/2 - 12 - SD32	4 - 2 - 8 - D29
2 × D13 - □ @100 + D16 - □ @100	S13 - 目 4 @100	D13 - □ @100

図 - 7 PCa 柱断面形状

PCa 部材の搬入、荷取りにも制約が生じることから施工者提案により 2 台のタワークレーンを設置し、これらの問題を解決し工事を行った。また、平面上南側のコラボゾーンについては現場打ちの RC 造となっており、境となるフレームの柱は PCa 造となっていることから、PCa 側構築後の施工となる。この手順について着工当初より施工計画を綿密に打ち合せし工事を進めた。

6.2 PCa 部材の製作

PCa 部材の製作は部材の種類や形状が多岐にわたるため、床版を含めて 3 工場にて行った。部材数量を表 - 1 に示すが、部材総数は 2 096 P であり、部材重量が各部位ごとでも差が大きいことから部材形状の種類が多いことが分かる。

表 - 1 部材数量表

部位	部材数 (P)	部材重量 (t)	総重量 (t)
柱	442	1.6 ~ 18.9	3 396
スパン梁	256	1.5 ~ 15.1	1 951
桁梁	342	3.0 ~ 16.9	2 314
小梁	159	0.6 ~ 11.5	1 663
床	897	0.3 ~ 0.9	617
合計	2 096	(Max 18.9)	9 941

PCa 柱部材は幅が 700×2 000 mm となる大断面の部材から、小径 400×500 mm の部材までであるが、特徴的な部材としては耐震壁 (t = 350 mm) と 2 本の柱 (400×1 200 mm) を一体化した、H 型形状の柱部材であった (写真 - 5 : H 型柱建て方状況)。柱部材を製作するときは、寝かせた状態でコンクリートを打設するため、H 型形状の下端面に抜き勾配を設けて、脱枠時の付着による拘束を緩和させた。抜き勾配は断面をフカす方向で設けたが意匠的に見え掛かりになる面を避けるため、Y2-Y3 間の比較的設備配管などで隠れるスペースに向けるよう配慮した。



写真 - 5 H 型柱建て方状況 (撮影側が Y2-3 間)

梁間方向 (Y 方向) の PCaPC 大梁や小梁は、施工効率を高めるために、2 つの梁型に床版が取り付け付いたコの字形の部材とした。オフィスゾーンでは天井を張らずに部材の質感をそのまま見せる計画であったため、部材の見上げの出来ばえについて、初品の検査時に施主、監理者、施工者、および製作者にて確認を行い、仕上りについて意識の統一を図った (写真 - 6)。



写真 - 6 スパン梁製品検査状況

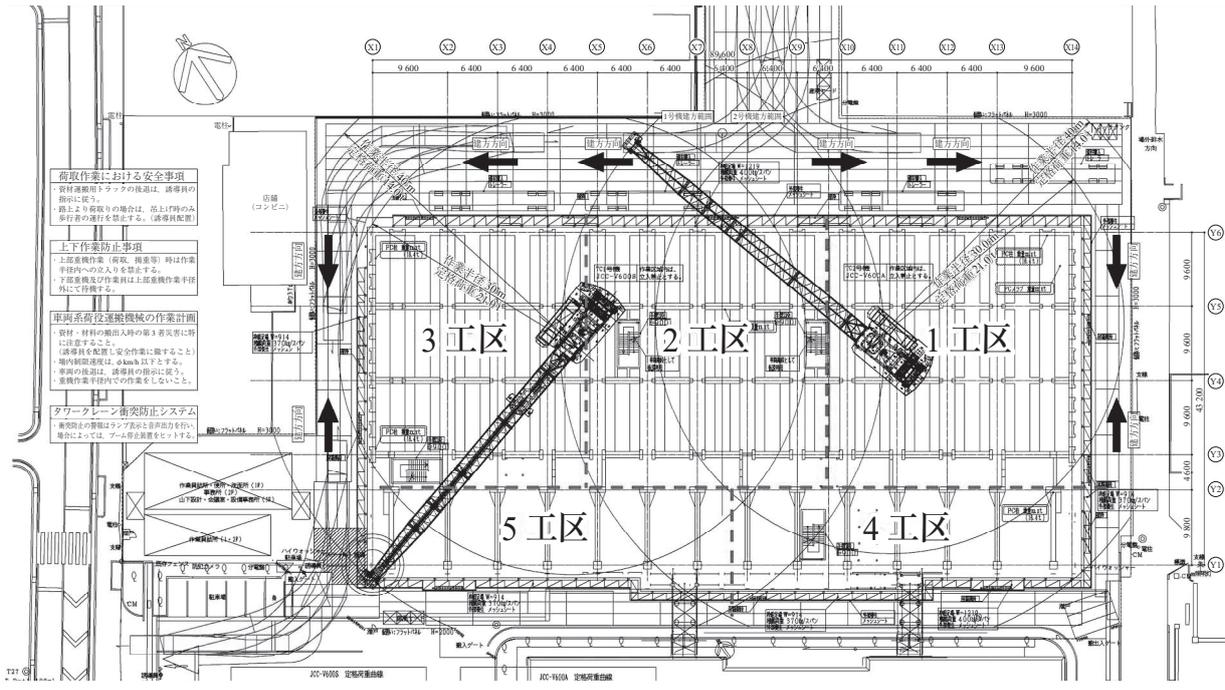


図 - 8 架設計画図

桁行方向（X方向）のPCa大梁は、仕口部を一体とした梁部材であり、連続する桁行方向の部材とは梁主筋を機械式継手で接続する。そのため、梁主筋と柱主筋位置の関係や、各部材の主筋の突出位置などを統一できるよう事前に配筋ルートの検討を行った。仕口部が小さく主筋の定着長さを確保することが困難な箇所では、上端筋と下端筋をU字に連続させた配筋として、仕口部の配筋の混み合いを緩和した。また、突出する主筋には現場で配筋するせん断補強筋や機械式継手を工場にて先行取付けすることで、施工の効率化を図った（写真 - 7）。

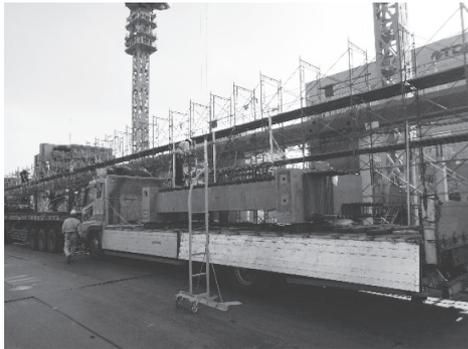


写真 - 7 桁梁搬入写真

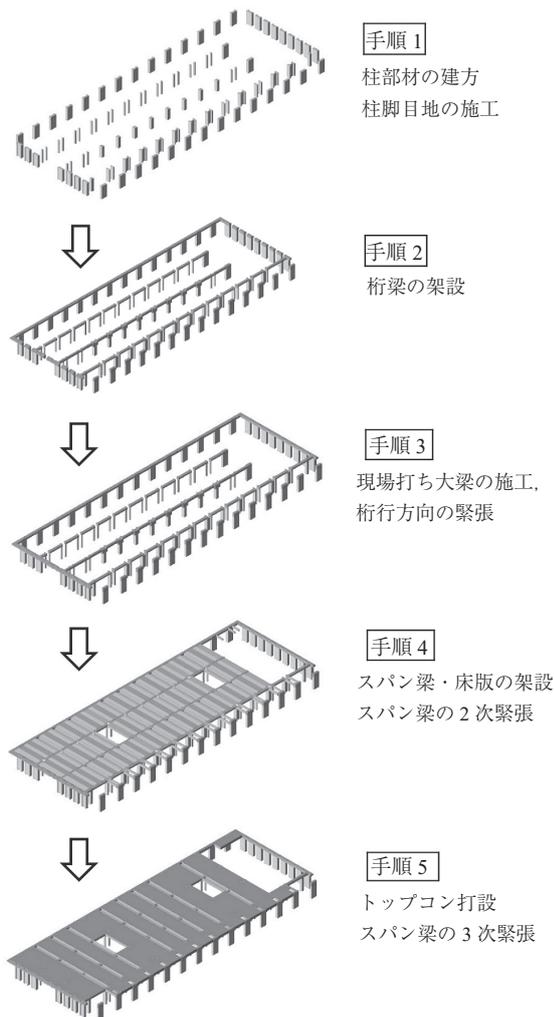


図 - 9 PCaPC 施工手順

6.3 PCa部材の建方

PCa部材の建方としては、建物の敷地に対する作業空地が確保できないことから、メインとなる重機は2台の600tタワークレーンとして行った。敷地の北側の空地をトレーラーの搬入用の敷地とし、可能なかぎり、PCa部材の仮置きをしないよう搬入および架設計画を行った。図 - 8に架設計画図を示す。前述したように部材形状の種類が多く、複雑な形状をした部材もあること、また、トレーラーの荷台から直接柱部材などは吊り上げ、吊った状態で建起しを行うことから、揚重に際しては10t用の反転機を用いて、施工効率を円滑にした。

PCa部材建方の工区は東側より1工区～3工区とし、現場打ち範囲を含めて5工区に分けて施工を行った。

なお、部材の建方手順は設計段階において明確に決定しており、図 - 9のPCaPC施工手順に示すように

- ① 柱の建方、および柱脚目地の施工
- ↓
- ② 桁梁の架設
- ↓
- ③ X1, X14通りの現場打ち大梁の施工、および桁行方向の緊張
- ↓
- ④ 柱頭の目地モルタルの施工、および桁行方向の現場打ち大梁の施工
- ↓
- ⑤ スパン梁・床版の架設、およびスパン梁の2次緊張
- ↓
- ⑥ トッピングコンクリートの施工（強度発現後、スパン梁の3次緊張）

を標準的な施工手順とした。



写真 - 8 桁梁の架設状況

ただし、建物の長手方向が約90mと長く、桁梁のプレストレス導入時はスパン梁が未架設のため拘束されていないケースや、床や梁レベル差が複雑なため緊張空間を確保する必要性や、X方向が機械式継手による接合に対し、Y方向がPC圧着による接合となることなどさまざまな要因があり、各手順時に先行して施工しなければ、次工程に進めない箇所など多々あった（写真 - 8）。そのため、現場着工時から施工手順については、設計者と施工者とで設計

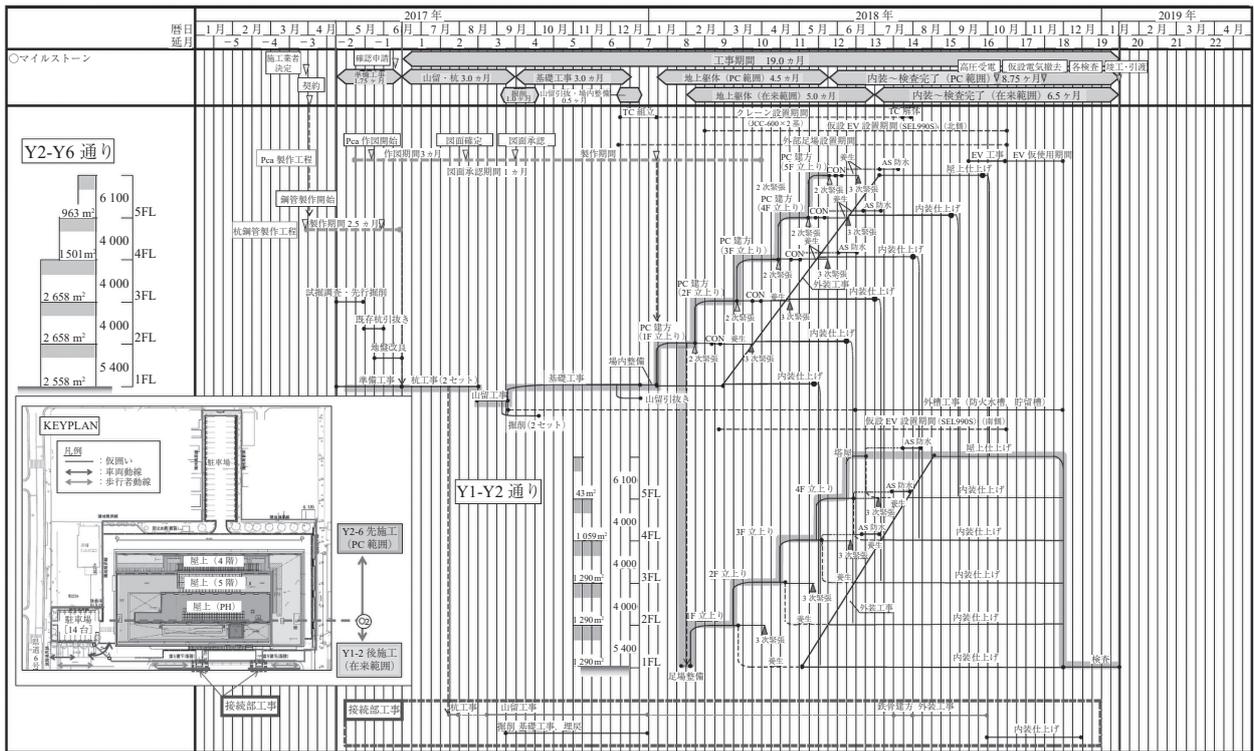


図 - 10 全体工事工程表

方針を共有化するとともに、現場を進めていく最中においても、施工条件による変化に対して柔軟に対応した。

梁間方向の緊張は、X2～X13通りにわたり緊張を行う梁が近接するダブル梁となっている（図 - 5）。この形状ではプレストレスは一様に導入されるものの、スパン梁同士の間隔が狭くプレストレスによる変形差が生じ、境界スラブにひび割れが発生することが懸念されたため、プレストレスの導入を2段階に分けて対処した。1回目は柱・梁部材のみを剛接架構とするための緊張とし、全緊張力の50%を導入した（2次緊張）。2回目はトッピングコンクリートを打設し、所要強度が発現したのちに残りの50%の緊張力を導入した（3次緊張）。なお、各緊張工程においては、梁断面の上下1本ずつのPCケーブルをそれぞれ50%緊張したが、建物全体における変形差を少なくするため、図 - 11の緊張順序計画に示すとおり、X7通りを中心にして左右に、上段ケーブルを緊張後に下段ケーブルを緊張するよう配慮することで、プレストレスによるスラブのひび割れを抑えた。

桁行方向のY6通りは約90mの区間をPC圧着接合した。プレストレス導入時の2次応力を発生させないため桁梁部材は仕口一体型とし、X8通りの目地以外は空目地のまま緊張を行った（図 - 12）。なお、直交方向のスパン梁が未架設の状態での緊張により面外方向の拘束がほとんど期待できない状態で、かつ化粧リブが取り付く断面形状であったため図心が偏心した状態となっている。このことからプレストレスによる面外方向の変形が想定されたため、施工時の調整ケーブルを部材断面外の化粧リブ内に仮設し、本緊張用のケーブルとともに、面内方向の変形量を制御しながら同時に緊張を行った。その結果、緊張後の部材の建入

れ精度は材軸方向に±10mm以下であった。なお、スパン梁が架設、緊張後に建物が一体化されたあとは、その調整用ケーブルの緊張力は除荷し、PCケーブルを撤去した（写真 - 9）。

X12 - X14間のホールである講堂の上部（3階）の大梁はスパンが15.2mあり、部材断面が800×1500mmであるため総重量が45t以上となる。そのため、大梁部材は3分割して製作し、現場にてPC圧着することで一体化した。なお、部材はオールステージによる支保工で支持していたが、3階と4階の大梁が柱を介して相互に荷重を負担する設計となっていることから、その大梁の緊張順序は、

- ① 3階大梁 2次緊張 → ② 4階大梁 2次緊張 →
- ③ 4階大梁 3次緊張 → ④ 3階大梁 3次緊張

とし、その後には支保工を撤去する手順とした（図 - 13、写真 - 10）。

Y1 - Y2間は現場打ちによる在来工法で施工した（写真 - 11）。Y2通りの長方形柱にはPCa工区のPC梁を圧着するための定着体が収まるため、その緊張作業空間を確保する必要があった。PCa工区が5階建てに対し在来工区が4階建てであることから、在来の工区はPCa工区よりも1層遅らせて施工する計画とした（図 - 10）。なお、PCaPC梁の定着体はコンクリート強度（Fc60）や部材内への納まりを考慮して、高強度コンクリート用のコンパクトな定着具を採用した。一方、在来PC梁のコンクリート強度はPCa部材よりも低く（Fc36）、定着具の納まりも問題のないことから、一般的なタイプの定着具を採用した。緊張端は一般的にはY1通り側からの緊張を計画したが、Y1通り側に意匠的なフカしが設けられる箇所では、Y2通り側のスラブにあと施工範囲を設けて緊張した。

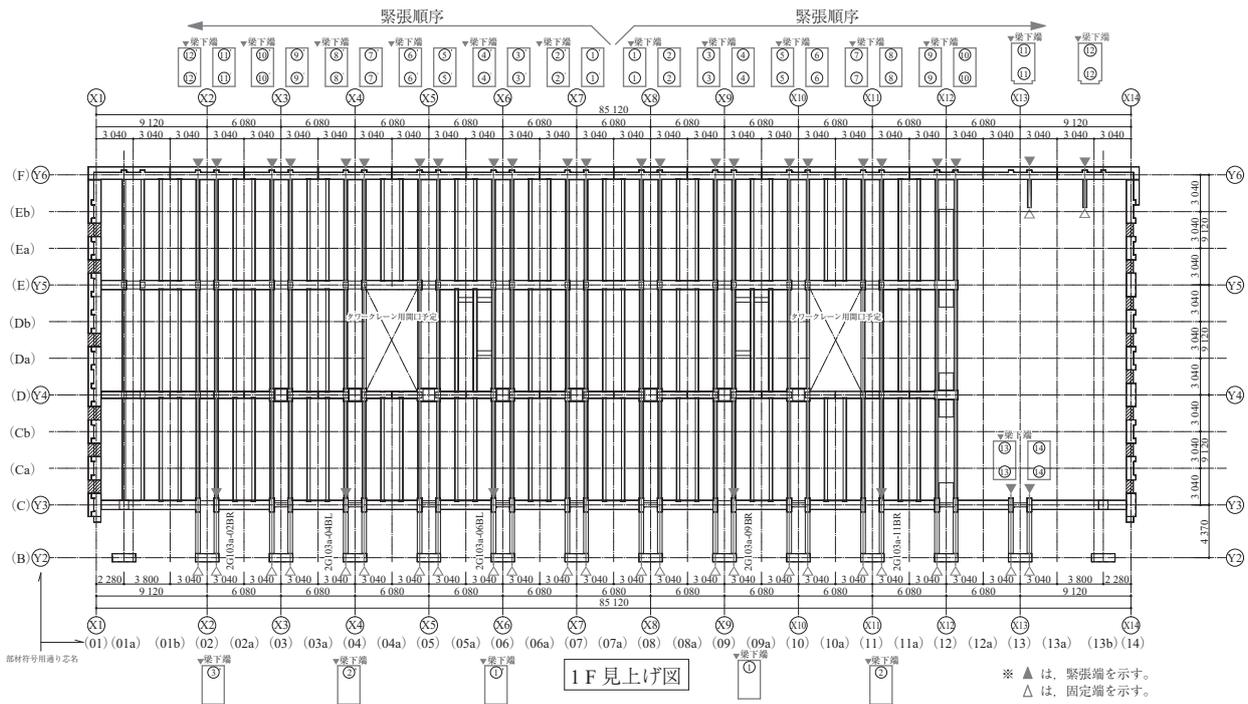


図 - 11 PCaPC 範囲緊張手順図

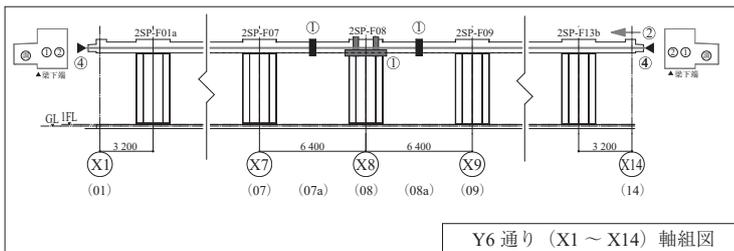


図 - 12 Y6 通り緊張イメージ図

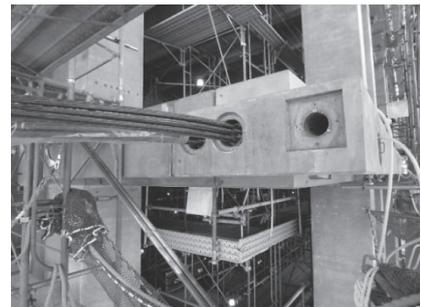


写真 - 9 化粧リブ調整ケーブル除荷後状況

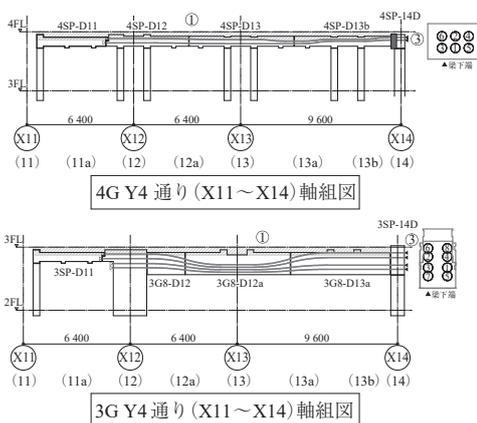


図 - 13 講堂上部大梁緊張イメージ図

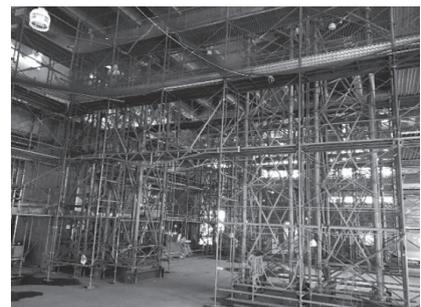


写真 - 10 講堂上部大梁オールステージ支保工

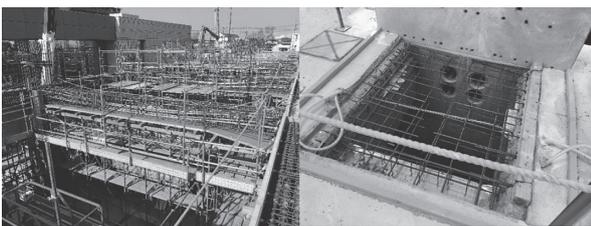


写真 - 11 在来工区状況

7. おわりに

本建物ではPCaPC部材を採用することで、利用者にとって心地よい建築空間と、高品質な構造躯体を造り上げることができた。設計・施工の期間にわたって意匠、構造、設備の多岐にわたる調整に取り組んでいただき、ご尽力いただいたすべての皆様に感謝いたします。

【2019年4月26日受付】