ワークプレイスの機能性・柔軟性・施工性を最大限に高めた PC 造システム
－TDK テクニカルセンターW2 棟 PC 工事の設計･施工－

東京建築支店	建築設計部	大塚夕
東京建築支店	建築設計部	今村雅泰
東京建築支店	建築設計部	小池正大
東京建築支店	建築工事部	高橋基之

概要：本建物は大手電機メーカーの研究施設であり，短辺方向は 9.6m×3 スパンの約 29m，長辺方向は 6.4m×11 スパンおよび 9.6m×2 スパンの合計約 90m の大平面である．執務室はリブ形状のスパン梁を連続配置した意匠性を有し，かつ一部分を空調ダクトスペースとした機能性を PCaPC 部材によって実現している．スパン梁は，大梁部材と小梁部材を同形状の DT 型とし，対の柱によって大梁を支持する構成とした．数多くの PCaPC 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させた．

Key Words：PCaPC，圧着工法，DT 型梁

１．はじめに

TDK－W2 棟は，千葉県市川市に建つテクニカルセンターの新棟である（**写真-1**）．地上 5 階建て，最高高さ約 26m の事務所建築であり，短辺方向は 9.6m×3 スパンの約 29m，長辺方向は 6.4m×11 スパンおよび 9.6m×2 スパン梁の合計約 90m の大平面となる．執務室はフレキシブルな空間とし，機能性や柔軟性を最大限に高めるためにプレストレストコンクリート（以下，PC）造が採用され，品質や工程の管理がしやすいプレキャストコンクリート（以下，PCa）工法とすることで施工性を追求した．

２．建築概要

建築場所：千葉県市川市東大和田 2 丁目 15-7
主要用途：事務所
建築面積：4,146.25m²
延床面積：14,439.25 m²
階　　数：地上 5 階，地下無し，塔屋 1 階
最高高さ：25.65m
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 工事　：株式会社　ピーエス三菱

写真-1　建物外観（株式会社山下設計様より提供）

大塚夕

今村雅泰

小池正大

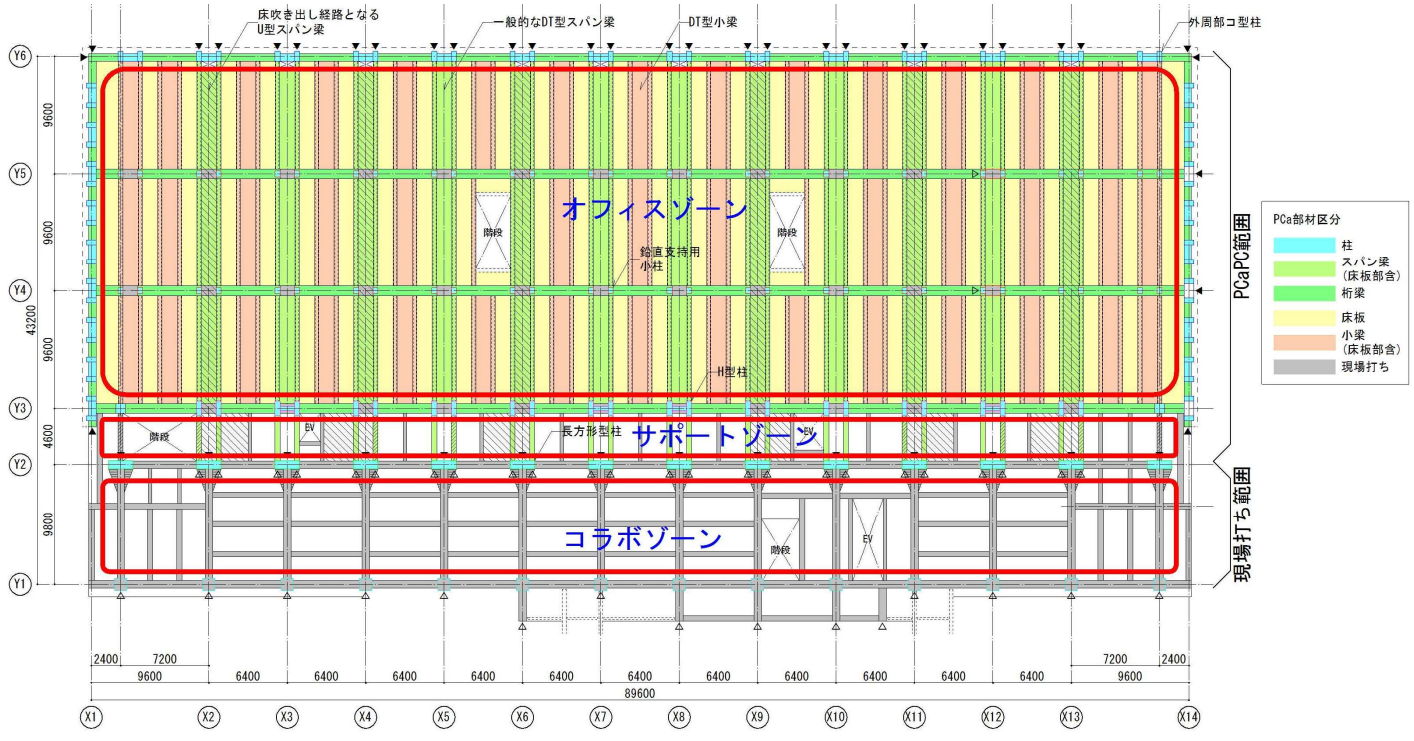
高橋基之

３．構造計画

建物形状は，概ね整形な形状をしており，オフィスゾーン，コラボゾーン，サポートゾーンに別れている．大平面となっているオフィスゾーンとそれと繋がるサポートゾーンは，PCaPC 造とし，コラボゾーンは現場打ち PC 造とした（**図-1**）．構造形式は耐震壁付きラーメン構造とし，耐震壁は現場打ちコンクリート造として PCa 部材構築後の後打ちとした．

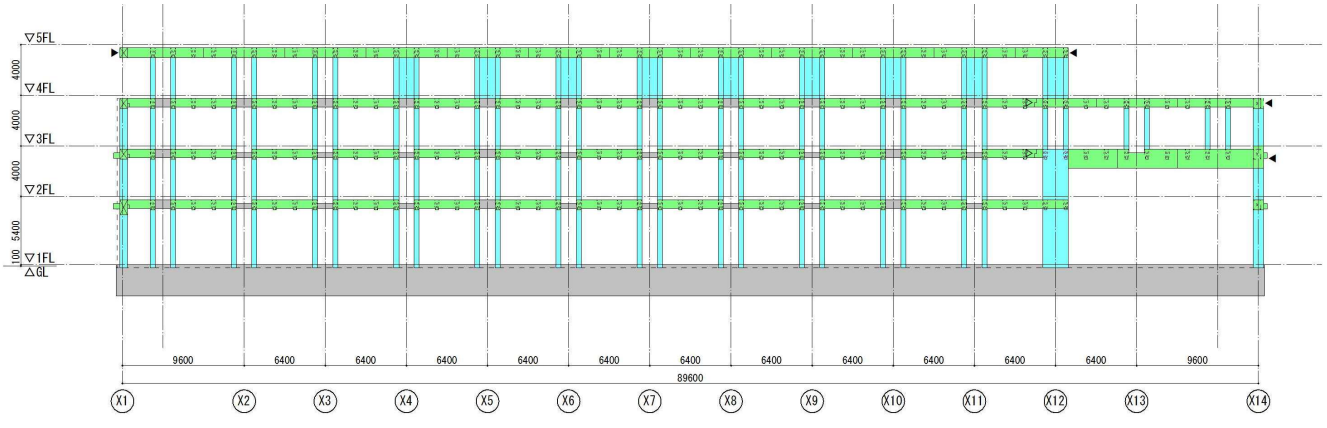
柱について PCa 部材で計画したものは概ね 4 ケースあり，オフィスゾーンには 600×2,000mm の耐震壁として扱える規模の柱を外周部に配置し，内部には 400×500mm の小柱を鉛直支持の役割として 2 本一組で配置した（**図-2**）．サポートゾーンには 400×1,200mm の柱を 2 本組みにしたもの，さらにはその柱間を耐震壁で繋いだ H 型柱を計画している．また，コラボゾーンとの境には 2 本一組の梁を 1 本の梁に集約・包含するための長方形柱を計画した．

梁について張間方向はスパンが 9.8m のポストテンションとしている．断面形状は，天井の意匠性から連続した DT 型のスパン梁をメインとし，一部床吹き出し空調のダクトとして利用した U 型スパン梁（**図-3**）を計画した．その間に架かる小梁も同様にプレテンション方式による DT 型として全て同断面で計画することで連続した空間を構築した．なお，コラボゾーンは現場打ちの RC 造としているが，スパンが 10m と比較的長いため大梁については PC 造とした．



▲はPC梁緊張端，△は固定端を示す．

図-1　構造平面計画図



▲はPC梁緊張端，△は固定端を示す．

図-2　代表軸組図

４．PC 部材の設計

本建物は，大梁・柱・小梁において工場生産の PCaPC 部材を用いて圧着方式を採用した．DT 形状のスパン梁はポストテンション方式としているが，同形状の小梁はプレテンション部材とした．桁行方向の Y6 通りでは配線形状を直線とし梁中央位置でのレンコン圧着工法を採用することで，外部に面する表情を統一した．大空間となる講堂上部(3 階 X12~14 間)の大梁は，断面が大きいことから，クレーンの揚重能力に配慮して 3 分割ブロック部材とし現場にて圧着した．原則フルプレストレッシングによる設計とし，Y1~2 間の現場打ち PC 梁は PRC 設計とした. 柱はいずれも PCaRC 部材である. PCa 部材のコンクリート強度は Fc60，現場打ち部は Fc36 とした.

５．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亘るため，ピー・エス・コンクリート㈱茨城工場（柱，スパン梁，小梁部材），大木建設㈱PC テクノセンター美野里（桁梁部材），日本カイザー（床部材）の 3 工場にて製作を行った．部材数量表を**表-1** に示す．部材総数は 2,096P であり，部材重量が各部位ごとでも差が大きく部材形状の種類が多くなっている．PCa 柱部材は幅が 700×2,000mm となる大断面の部材から，小径 400×500mm の部材まであるが，特徴的な部材としては耐震壁(t=350mm)と 2 本の柱(400×1,200mm)を一体化した H 型形状の柱部材がある（**図-4**，**写真-2**）.

柱部材は側面から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，断面をフカす方向で設けて，脱枠時の付着による拘束を緩和させた．ただし意匠的に見え掛かりになる面に抜き勾配が見えてしまうことを避けるため，Y2~3 間の比較的に設備配管などで隠れるスペースに抜き勾配の面を向けるよう配慮をした.

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

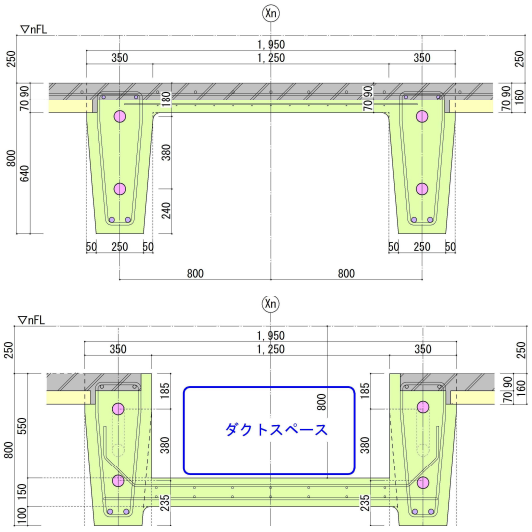


図-3　PCa スパン梁断面形状

（上段：一般部，下段：ダクト経路部）

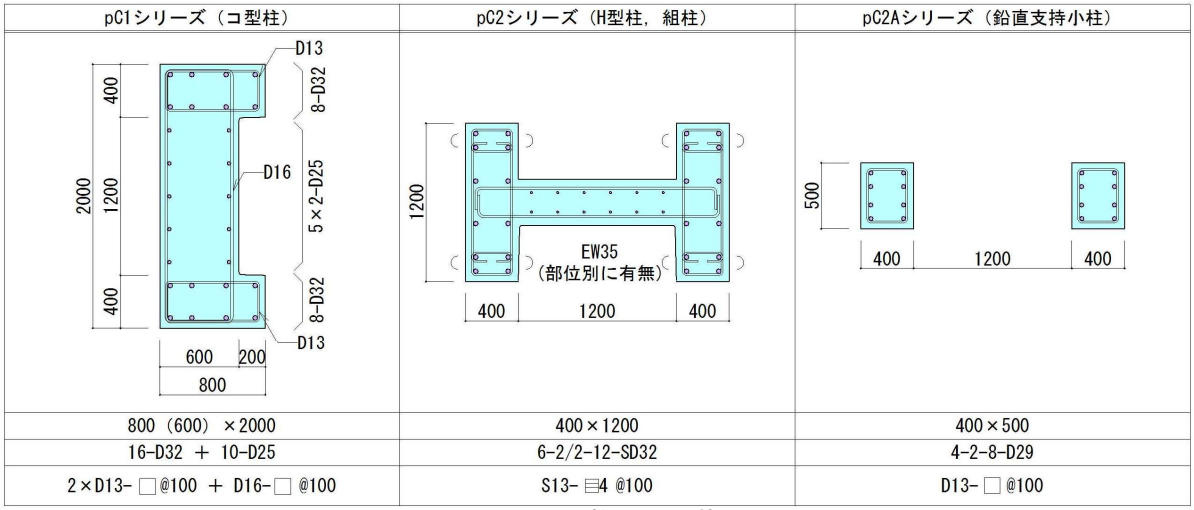


図-4　PCa 柱断面形状

スパン方向(Y 方向)の PCaPC 大梁や小梁は，施工効率を高めるために，2 つの梁型の間に床板が取り付いた DT 形状の部材として製作を行った．執務室では天井を張らずに部材の質感をそのまま見せるため，部材の見上げの出来栄えに対し，初品の検査時に施主，監理者，施工者，および製作業者にて確認を行い，仕上がりについて意識の統一を図った（**写真-3**）．

桁方向(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，隣り合う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り付けすることで，施工の効率化を図った（**写真-4**）．

６．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から，PCa 部材の搬入や荷取りにも制約が生じるため 2 台のタワークレーンを設置することによって，問題を解消し工事を行った．また，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合せし工事を進めた．全体工期は 2017 年 4 月中旬～2019 年 1 月の約 21 ヶ月，PC 工事の工期は 2018 年 1 月中旬～2018 年 6 月の約 4.5 ヶ月とし,1 フロア 1 ヶ月サイクルとして計画した．

写真-2　H 型柱建て方状況

７．PC 部材の建て方

PCa 部材の建て方は，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 タワークレーンを用いた．敷地の北側の空地をトレーラーの搬入用の敷地とし，可能な限り 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-5** に架設計画図を示す．前述したように部材形状の種類が

写真-3　スパン梁製品検査状況

写真-4　桁梁搬入写真

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，吊った状態で建て起こしを行うため，揚重に際しては 10t 用の反転機を用いて，効率化を図った．

PCa 部材建て方の工区は東側より 1～3 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．また，部材の建て方手順は設計段階において明確に決定しており，**図-6** に示す施工手順を標準とした．

柱の建て方，および柱脚目地の施工
↓
桁梁の架設
↓
X1，X14 通りの現場打ち大梁の施工
および桁方向の緊張
↓
柱頭の目地モルタルの施工
および桁方向の現場打ち大梁の施工
↓
スパン梁・床板の架設
およびスパン梁の 2 次緊張
↓
トップ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）

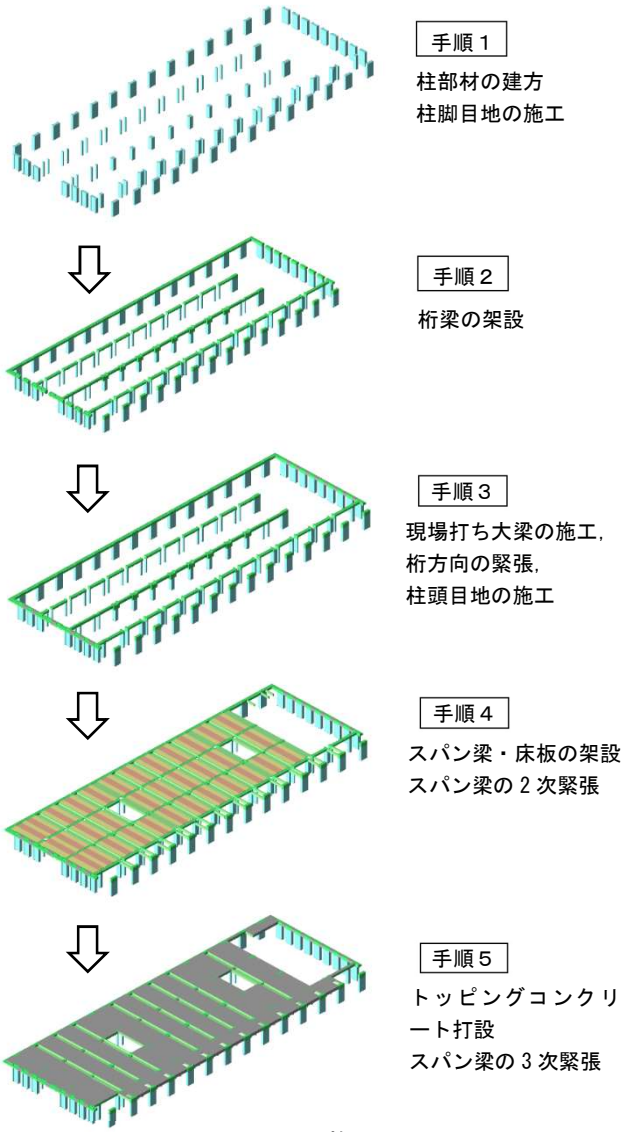


図-6　PCaPC 施工手順

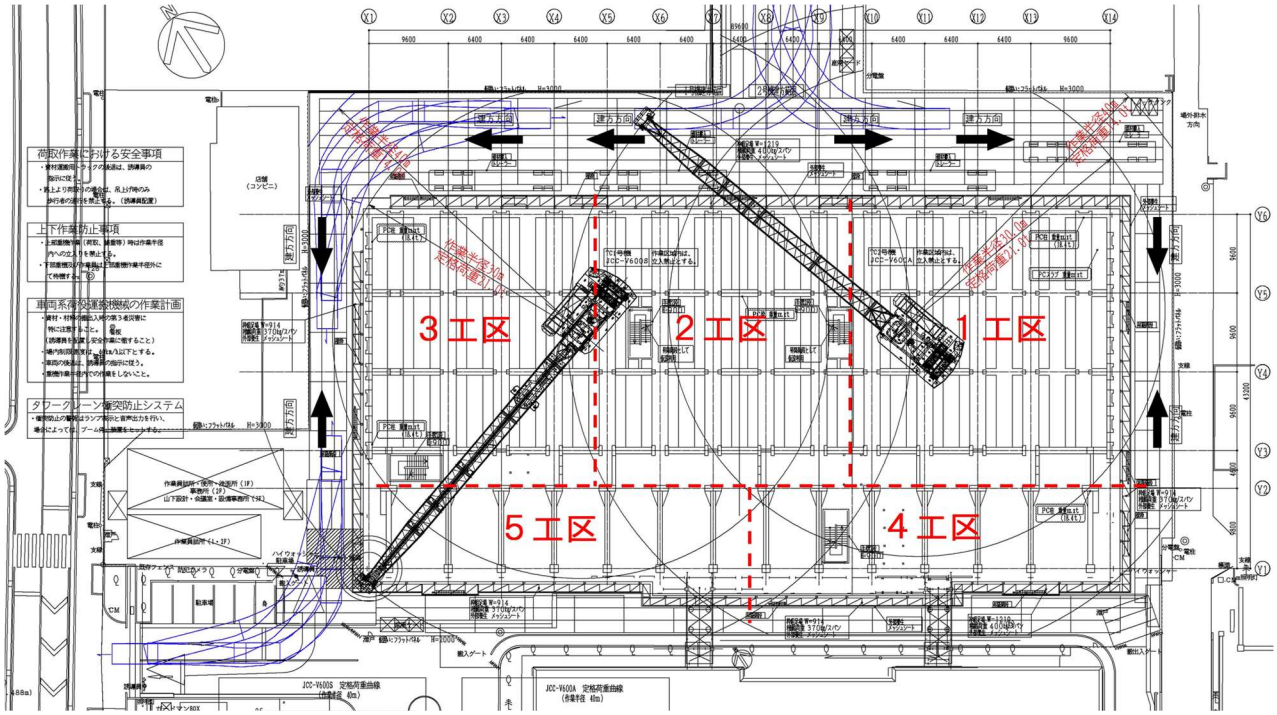


図-5 架設計画図

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，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様々な要因があり，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等多々あった．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．

スパン方向は，X2～13 通りに亘り DT 梁となっている．プレストレスは一様に導入されるが，スパン梁同士の間隔が狭くプレストレスによる変形差により，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%のプレストレス力を導入した（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後に残りの 50%のプレストレス力を導入した（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-7** の緊張順序計画に示す通り，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 通の目地以外は空目地のまま緊張を行った（**図-8**）．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拘束がほとんど期待できない状態であった．かつ化粧リブが取り付く断面形状であったため図芯が偏心した状態となっておりプレストレスによる面外方向の変形が想定された．

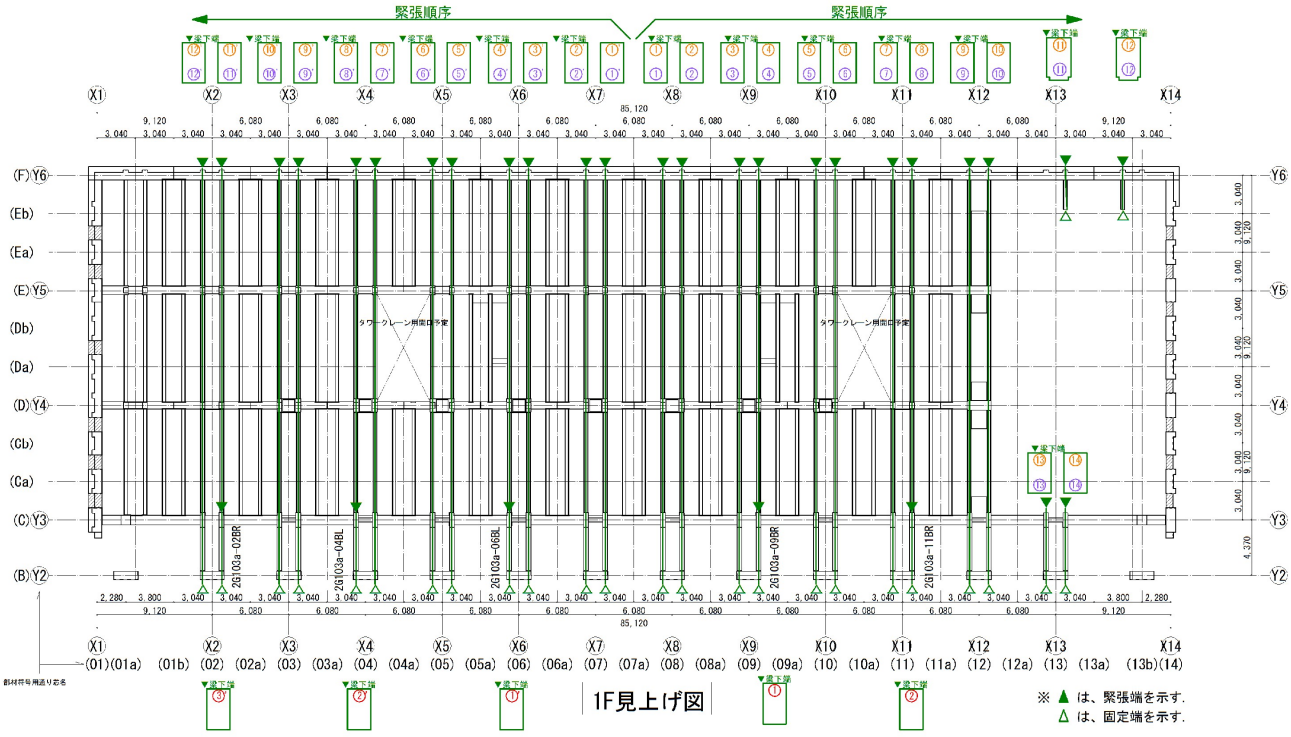


図-7　PCaPC 範囲緊張手順図

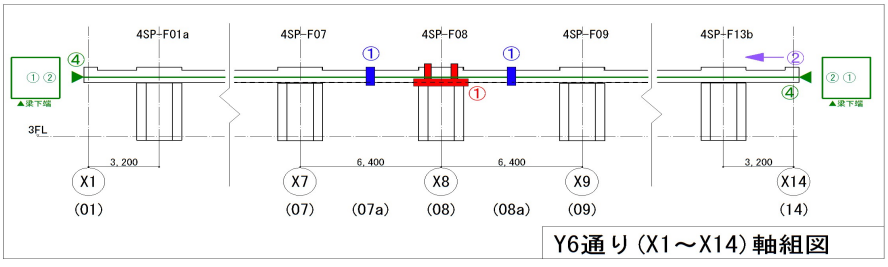
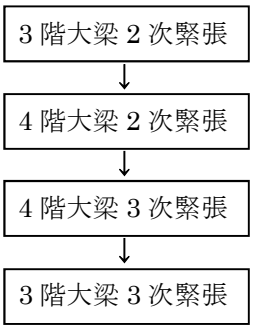


図-8　Y6 通り緊張イメージ図

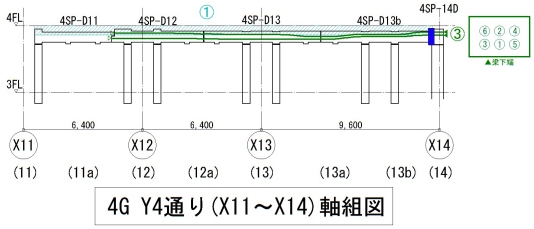
写真-5　化粧リブと調整ケーブル除荷後状況

そのため，施工時の調整ケーブルを部材外の化粧リブ内に仮に配線し，本緊張用のケーブルと共に，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，緊張後の部材の建て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後は，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-5**）．

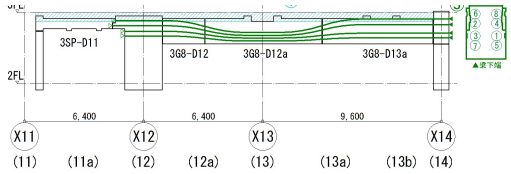
X12~X14 間の講堂の上部（3 階）の大梁はスパンが 15.2m あり，部材断面が 800×1,500mm であることから総重量が 45t 以上となる．そのため，大梁部材は 3 分割して製作し，現場にて PC 圧着することで一体化した．部材はオールステージによる支保工で支持したが，3 階と 4 階の大梁が柱を介して相互に荷重を負担した設計となっていることから，その大梁の緊張順序は，



とし，その後に支保工を撤去する手順とした（**図-9**，**写真-6**）．



4G Y4通り(X11～X14)軸組図



3G Y4通り(X11～X14)軸組図

図-9　講堂上部の大梁緊張イメージ図

写真-6　講堂上部大梁の
オールステージ支保工

Y1~Y2 間は現場打ちによる在来工法で施工した（**写真-7**）．Y2 通りの長方形柱には PCa 工区の PC 梁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 階建てに対し現場打ち工区が 4 階建てであることから，現場打ちの工区は PCa 工区よりも 1 層遅らせて施工する計画とした．なお，PCaPC 梁の定着体はコンクリート強度（Fc60）や部材内への収まりを考慮して，ディビダーク工法によるコンパクトな定着体を採用したが，現場打ち PC 梁の定着体はコンクリート強度が PCa 部材よりも低い（Fc36）ことから，VSL 工法とした．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 通り側のスラブに後施工範囲を設けて緊張した．

写真-7　現場打ち工区状況

８．まとめ

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，機能性・柔軟性・施工性を最大限に高めた PC 造システムにより，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させた．

謝辞

本 PC 工事を設計・施工するにあたり，発注者の TDK 株式会社様，ならびに株式会社山下設計様，株式会社大林組様，関係各協力会社に多大なるご指導およびご協力を頂きましたことを，心より御礼申し上げます．