

新発田市新庁舎の設計・施工

— PC・免震・吊構造技術を組み合わせた庁舎建築 —

ヨコミゾ マコト*¹・竹内 篤史*²・河田 善裕*³・毛利 浩*⁴

新潟県新発田市の中心地に位置する新発田市新庁舎は、通常の庁舎機能のほか、防災機能や市民憩いの場としての機能が求められた。加えて、建物周囲の低層が立ち並ぶまち並みに溶け込むよう、建物の3階レベルで分節化し、低層部をマッシブなコンクリート系構造物、免震層を挟んで上層部を透明性の高い鉄骨系の構造物によって計画した。また、建物は100年建築として高い耐震性能・耐久性能と、プレストレストコンクリートや高強度鋼によるサスペンション材の採用によって、空間の柔軟性の高い多くの無柱空間を実現している。

キーワード：PC 大型ボイドスラブ、PC コア、中間階免震、サスペンション

1. はじめに

新発田市は、新潟市から東に30 km ほどの水田に囲まれたまちである。先の東日本大震災以前にも、新潟県中越地震（2004 年）や新潟県中越沖地震（2007 年）を経験し、老朽化した庁舎の早期建替えが求められていた。新庁舎には従前の機能強化に加え、中心市街地活性化とまちづくりの新たな拠点となることが期待され、まちの中心部であるアーケード商店街の一角が計画地として選定された。十分に広いとは言えないその敷地は、NTT アンテナ施設を避けるような変形のL型敷地である。

設計上の課題は、城下町固有のスケール感を継承し、約14 000 m² ものボリュームを周辺のまち並みになじませること、賑わい創出のための屋根付き都市広場「札の辻広場」を庁舎の足もとに抱え込むこと、執務空間の柔軟性を担保する無柱空間をつくることであった。建物外観は写真-1に示すように高層部は、日本海側の空の色を映す淡灰色のダブルスキングラスファサードの軽快な免震鉄骨構造とし、低層部に柱を落とさないよう、サスペンション構造を採用している。一方の低層部は、歴史都市新発田のまち並みに合せて二つのボリュームに分節された壁式RC造とし、約25 m のロングスパン PC 大型ボイドスラブを導入

している。以下にその詳細を述べる。



写真-1 南東側外観
※撮影：吉原写真館



*¹ Makoto YOKOMIZO

(有) aat+ヨコミゾマコト
建築設計事務所 代表



*² Atsushi TAKEUCHI

Arup
構造エンジニア



*³ Yoshihiro KAWADA

大成建設 (株)
北信越支店 工事課長



*⁴ Hiroshi MOURI

(株) ピーエス三菱
東京建築支店 建築部

2. 建物概要

建設地：新潟県新発田市中央町3丁目392番地・外

主要用途：庁舎

建築面積：2 841.31 m²

延床面積：13 995.69 m²

階数：地上7階 地下1階 塔屋1階

最高高さ：33.82 m

構造種別：地下1階～3階 鉄筋コンクリート構造

4階～7階 鉄骨構造

骨組形式：地下1階～3階 壁式ラーメン構造

4階～7階 プレース付きラーメン構造

基礎：パイルド・ラフト

(深層地盤改良+既製杭)

工期：2014年8月～2016年11月

設計・監理：aat+ヨコミゾマコト建築設計事務所

Arup (構造, 設備, ファサード)

施工：大成・新発田・伊藤特定共同企業体

3. 構造計画概要

3.1 全体構成

本建物は分節化した3階レベル(4階床下)の上下で機能を分けており、低層側の1～3階を庁舎の窓口機能、高層側の4～7階を執務機能や防災拠点としての機能を配置している。構造的には、もっとも重要な防災拠点を含んだ高層側の地震時の揺れを最大限に抑制し、震災直後より問題なく機能させることを目的として、4階床下の中間階免震を採用した。

建物全体の構造システムには無柱の空間を実現するため、吊橋の原理(図-1, 2)を取り入れて、免震層を挟んで低層側は強固な基礎のようなコンクリート系の壁式構造物によって地震時の変形を抑えるとともに周囲の建物にも馴染むマッシブな構造物とした。一方で、免震層を挟んで高層側は透明性が高く、周囲に圧迫感を与えない「くも」のような鉄骨の吊構造を採用した。

敷地は非常に軟弱な地盤であったことから、建物上部の鉛直重量を安全に支えるため、GL-44 m付近のN値30程度期待できる地層を支持層として既製杭(上部SC杭・下部PHC杭)を採用した。杭の工法は、新潟県内で十分な実績がある高支持力プレポーリング拡大根固め工法とした。

また、表層には液状化の可能性が高い地層が連続していたことから、建物直下の地盤の液状化に伴う地震時の基礎の過大な水平変形や沈下を防ぐ目的でGL-15 m以深の粘性土層まで深層地盤改良の列柱体を格子状に配置した。また、この深層地盤改良によって囲まれたエリアは液状化を防ぐことにより、1階以下の重量を直接基礎として支持することを可能とし、経済的な基礎計画を実現した。

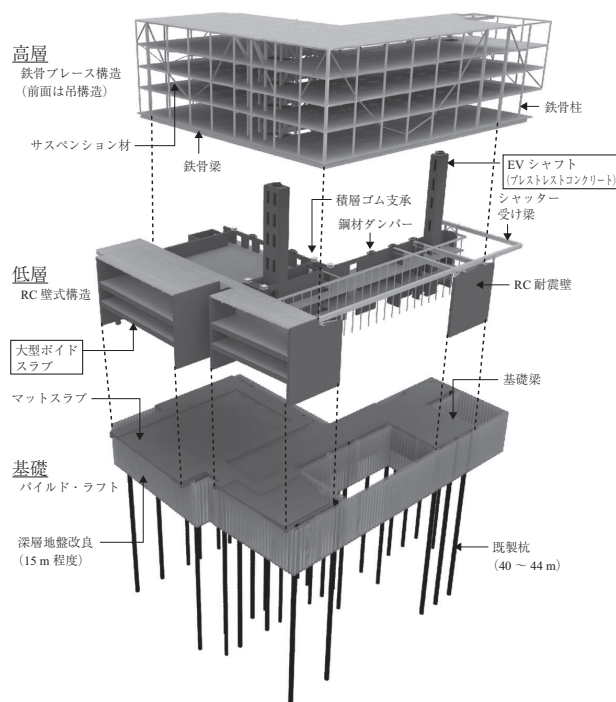


図-2 架構全体ダイアグラム

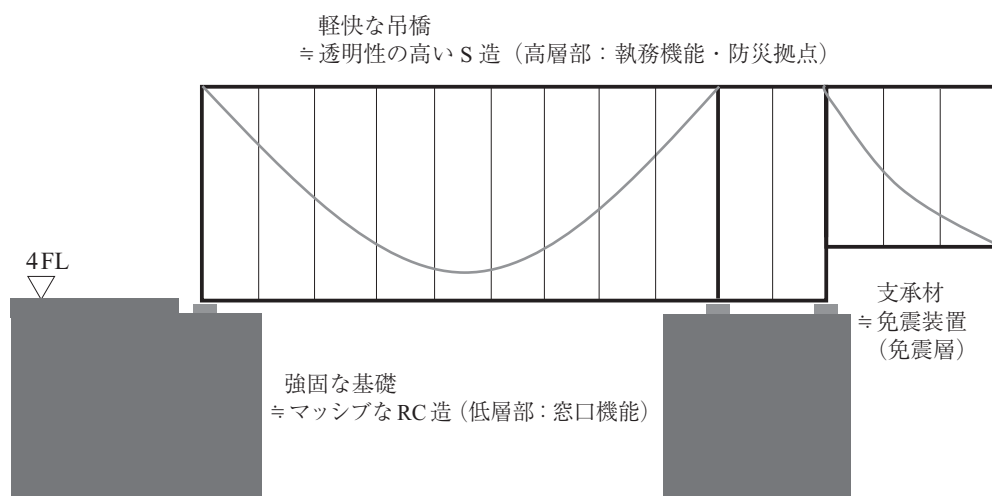


図-1 構造システム概念図

3.2 低 層 部

低層部の構造床伏図は図 - 3 に示すように、大半のエリアがRC壁柱およびRCスラブ（グレーハッチ部はプレストレス有）からなる。大きな吹抜け空間である札の辻広場に面する外壁面にはスラブ先端を支持する鉄骨間柱（□-100×150）を配し、ガラスのバックマリオンとしても機能させた。

X方向（Y軸と平行方向）の地震に対しては、建物内にバランス良く十分に配置されたRC壁柱が面内せん断抵抗する。Y方向（X軸と平行方向）の地震に対しては、南側に大きな開口部があるために面内せん断抵抗に有効な壁柱がX8通りにしか設けられないため、壁柱と取り合うスラブをモーメントフレームとして抵抗させる方針とした。

また、X5付近・Y6-Y7のEVシャフト、X12-X13・Y5-Y6のEVシャフト部は図 - 2 のダイアグラムにも示すように、免震層よりも高層階までPCコアを片持ち状に伸ばす構造計画とした。これは、中間階免震において、免震と非免震の切替え変形に追従する高価なEVの採用を避けるための配慮であり、低層部から片持ち状のPCコアのシャフト内にEVを納めることにより、通常のEV仕様とすることを可能にした。免震の変形クリアランスについても、PCコアの頂部と免震側（高層部）のR階スラブを鋼材ダンパーによって連結することにより、5～7階での免震クリアランスはPCコア自体の変形や高層部のフレームの層

間変形分を加算することなく、4階レベルでのクリアランスと同値を実現し、無駄のないコンパクトな設計とした。

(1) PC 大型ボイドスラブ

低層部のRCスラブのうち、図 - 3 のY1-Y6間のスパン約17m部およびY7-Y11間のスパン約25m部では、図 - 4～7に示す通常ピット二重スラブに使うようなPC大型ボイドスラブを採用した。本建物は一般的な耐震壁付きラーメン構造の柱のような線状の鉛直部材が存在しない壁式構造であり、常時や水平荷重に対して梁を有効に効かせるため、壁状の鉛直部材と相性の良い版を採用した。壁-対-版取り合いを採用することにより、壁柱の梁型周辺の応力集中を緩和でき、上下スラブのフランジ効果によって、剛性が梁型のみより4倍程度になることをFEM解析で確認した。また、ボイド部は躯体ダクトとしても有効活用した。

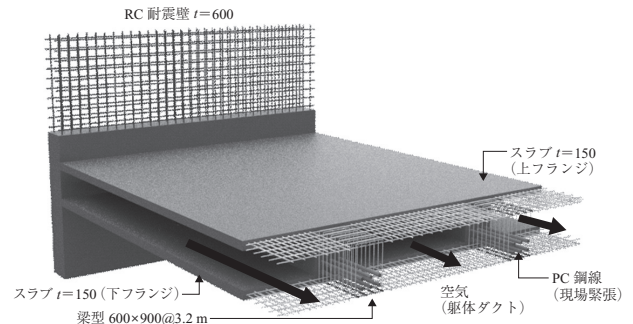


図 - 4 PC 大型ボイドスラブ姿図

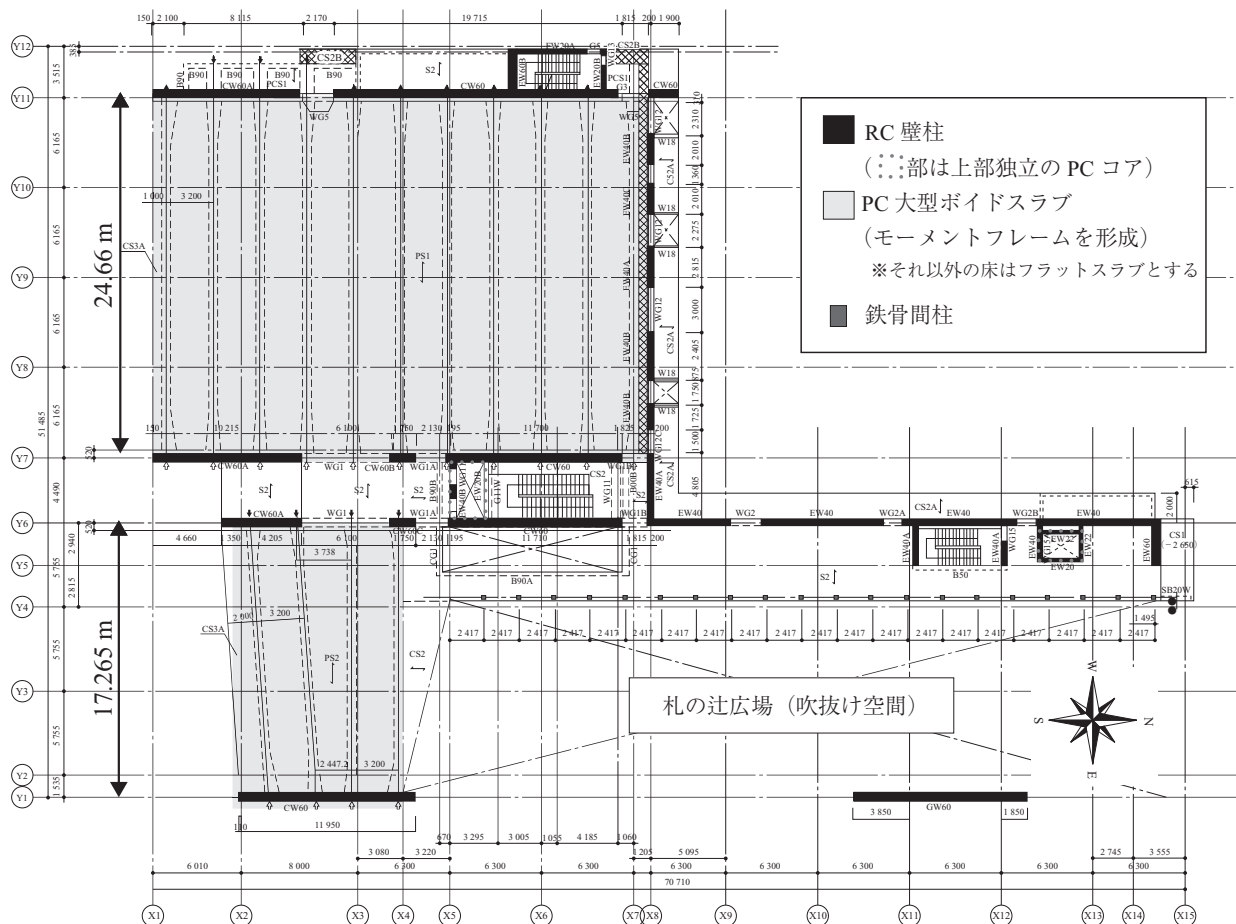


図 - 3 低層階（2階）構造床伏図

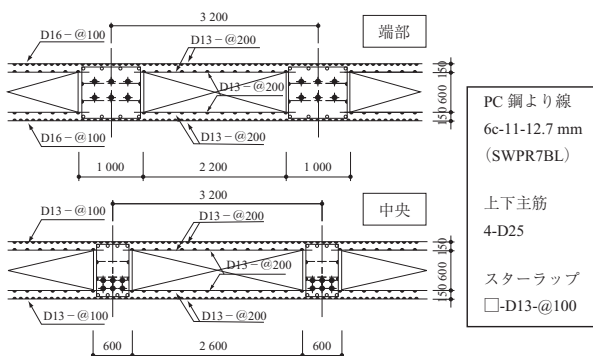


図 - 5 PC 大型ボイドスラブ断面図

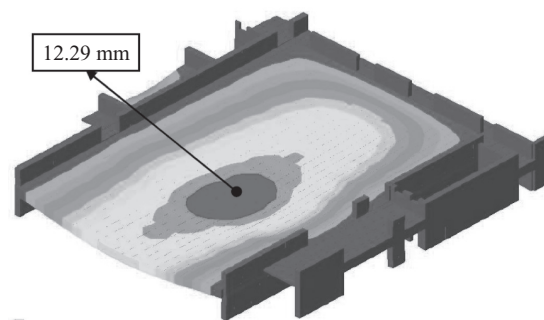


図 - 6 PC 大型ボイドスラブの FEM 解析 (長期弾性たわみ)

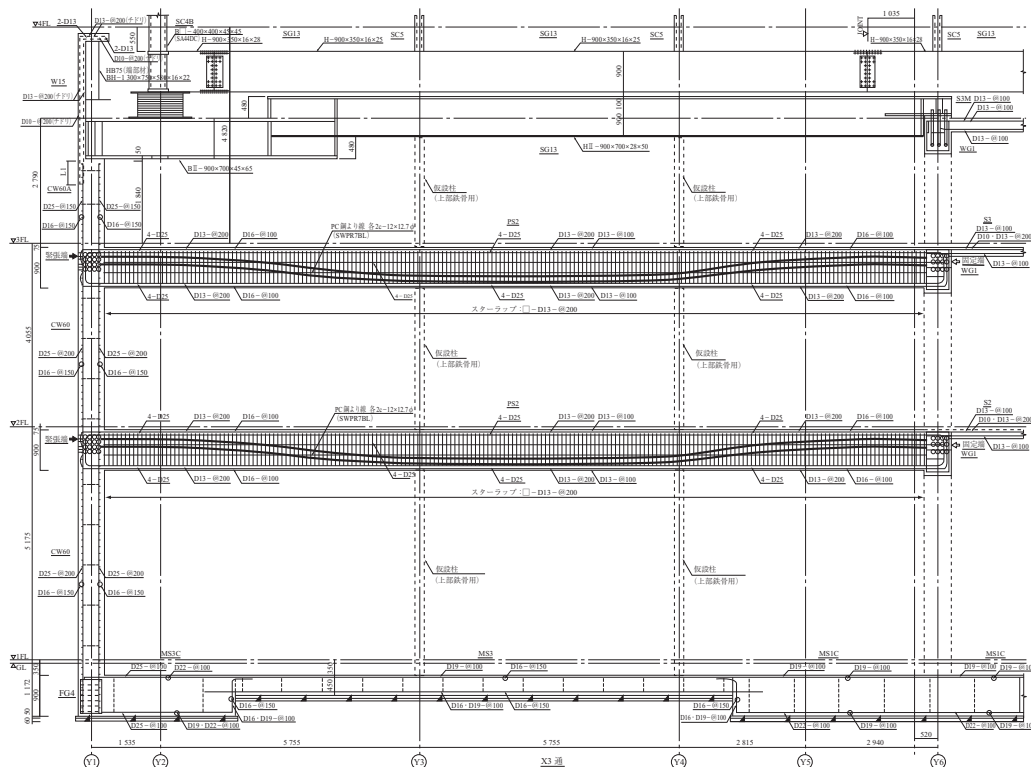


図 - 7 低層部配筋架構詳細図

PC 大型ボイドスラブの梁型部分には現場ポストテンションを導入し、強度・耐久性を高めるとともに、変形を制御し、約 25 m の大スパンを版厚 900 mm により実現した。

(2) PC コア

EV シャフトの PC コアは 3FL から高さ約 20 m の煙突のような片持ち柱であり、EV をコア内に納めるため、図 - 8 のようなボックス断面 (外形一辺 2 ~ 4 m 程度、壁厚 220 mm) とした。また、頂部を鋼材ダンパーで免震側とつないだ主目的は前述のように、免震層から上部である 5 ~ 7 階の免震クリアランスを一般免震クリアランスと同値に納め、コンパクトで無駄のない建築計画を実現するためである。しかし、RC 造のコアとした場合には地震時に大きな水平力を受けると、3 階脚部にクラックを生じ、単純梁のような変形によって 5 ~ 6 階などの中間階クリアランスが不足してしまう。そのため、PC コア壁には PC 鋼棒によるポストテンションを導入し、地震時にもクラックを生じさせない設計とすることで、中間階の変形を抑えた。

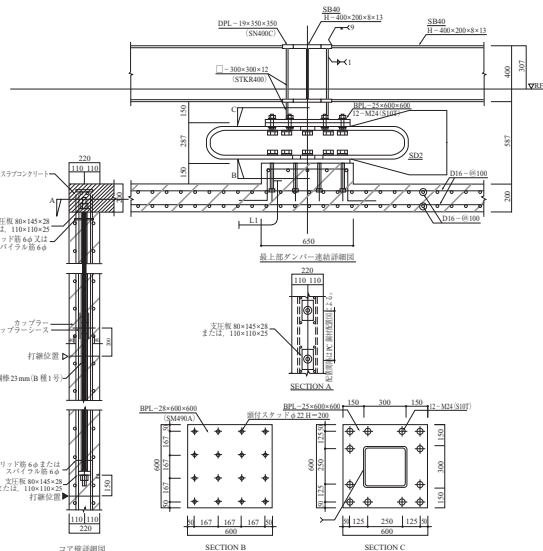


図 - 8 EV シャフト PC コア詳細図

4.3 吊鉄骨の施工

鉄骨建て方に先行して仮支柱（以下ベント）の設置をするにあたり、あらかじめ反力、ムクリを想定して計画した（図 - 13、写真 - 2、3）。

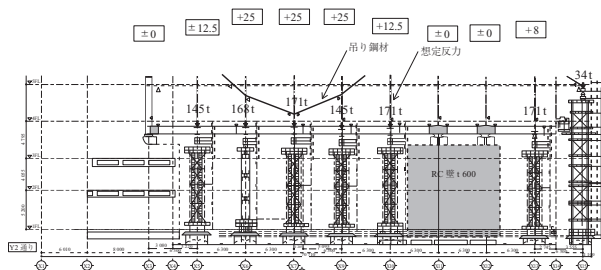


図 - 13 ベント計画図



写真 - 2 ベント設置後 鉄骨建て方（北面）

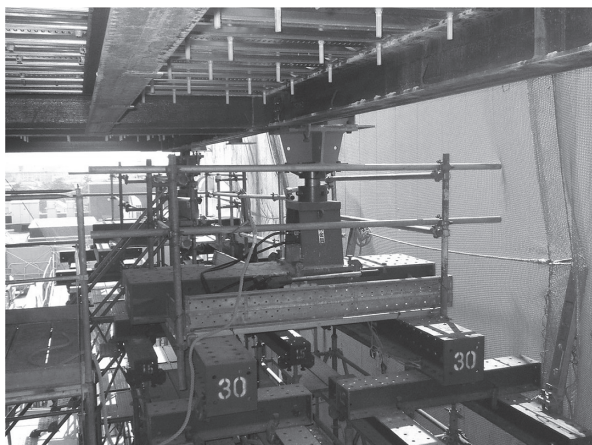


写真 - 3 ベント頂部

鉄骨建て方後にジャッキダウンを実施した結果、想定ダウン量に近い値となり良好な結果が得られた。また工程については工区ごとの分割ジャッキダウンが予定どおり進み、品質的にも問題なかった。その結果、外装工事に早期に着手することができ、全体工程管理に大きく寄与した。

4.4 PC 工事

(1) PC 大型ボイドスラブの施工

PC 大型ボイドスラブには幅 450 mm～600 mm、高さ 900 mm の梁型が 3.2 m ピッチで内蔵されており、スパン約 25 m の PS1 には PC 鋼より線 6c-11-12.7 mm、スパン約 17 m の PS2 には PC 鋼より線 4c-7-12.7 mm が配置されている。定着工法は VSL 工法を用いたポストテンション方式とし、初緊張力はそれぞれ、1373 kN/c、874 kN/c とした。図 - 14 に断面形状、表 - 1 に PC 鋼材諸元、写真 - 4 に PC 鋼材配線状況を示す。

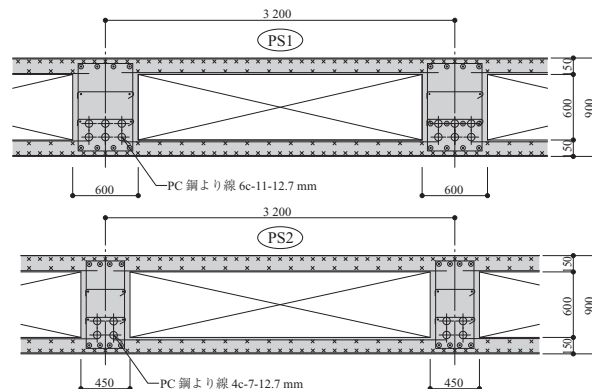


図 - 14 断面形状

表 - 1 PC 鋼材諸元

符号	PC 鋼材	初緊張力 (kN/c)	定着工法
PS1	PC 鋼より線 6c-11-12.7 mm (SWPR7BL)	1 373	VSL 工法
PS2	PC 鋼より線 4c-7-12.7 mm (SWPR7BL)	874	



写真 - 4 PC 鋼材配線状況

施工時の懸念事項として、梁型のピッチが 3.2 m と比較的小さいため、プレストレス導入時において上下スラブにせん断ひび割れが発生することが考えられた。そこで、プレストレス導入による梁型の軸変形量を求め、一度に緊張する PC ケーブル数を PS1 は 2 ケーブル、PS2 は 3 ケーブルとし、隣接する梁型の軸変形差を極力小さくする緊張計画とした。また、プレストレス導入による梁型の軸変形を

障害しないように、X7通りの梁型とX8通りの耐震壁の間にスラブの後施工部を設けた。また、軸変形によるプレストレス力の減退量を事前に検討し、設計上の許容値内であることを確認した。図 - 15 に緊張計画図、写真 - 5 に緊張状況、写真 - 6 に支保工解体後の状況を示す。

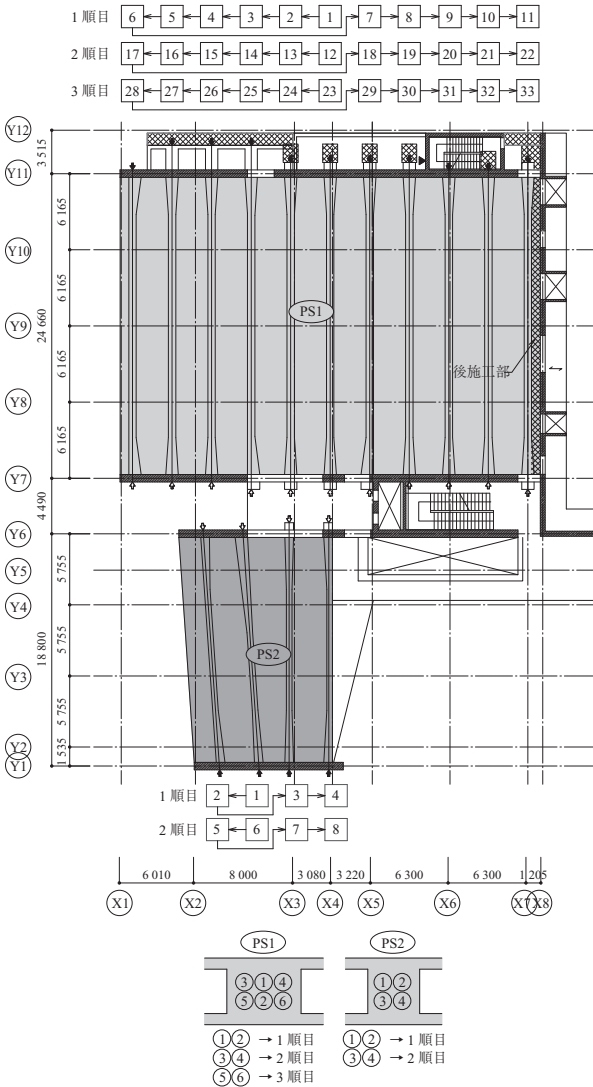


図 - 15 緊張計画図

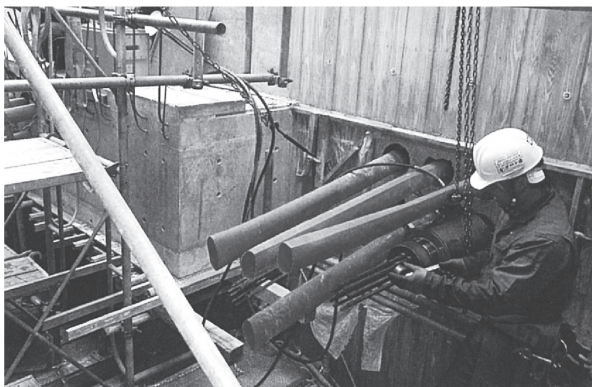


写真 - 5 PC 鋼材緊張状況



写真 - 6 支保工解体後の状況

(2) PC コアの施工

本建物の北側と南側には、頂部に鋼材ダンパーを有する EV シャフトが配置されており、EV シャフトの壁厚は 220 mm～400 mm で、北側シャフトには 34 本、南側シャフトには 24 本の PC 鋼棒 (23 mmB 種 1 号) が配置されている。定着工法は普通 PC 鋼棒工法を用いたポストテンション方式とし、初緊張力は 300 kN/本とした。プレストレスによる軸方向応力度は、北側シャフトは約 4.2 N/mm²、南側シャフトは約 2.0 N/mm²である。表 - 2 に PC 鋼材諸元、図 - 16 に断面形状を示す。

表 - 2 PC 鋼材諸元

位置	PC 鋼材	初緊張力 (kN/c)	定着工法
北側	PC 鋼棒 34 本 - 23 mm (SBPR930/1 080)	300	普通 PC 鋼棒工法
南側	PC 鋼棒 24 本 - 23 mm (SBPR930/1 080)	300	

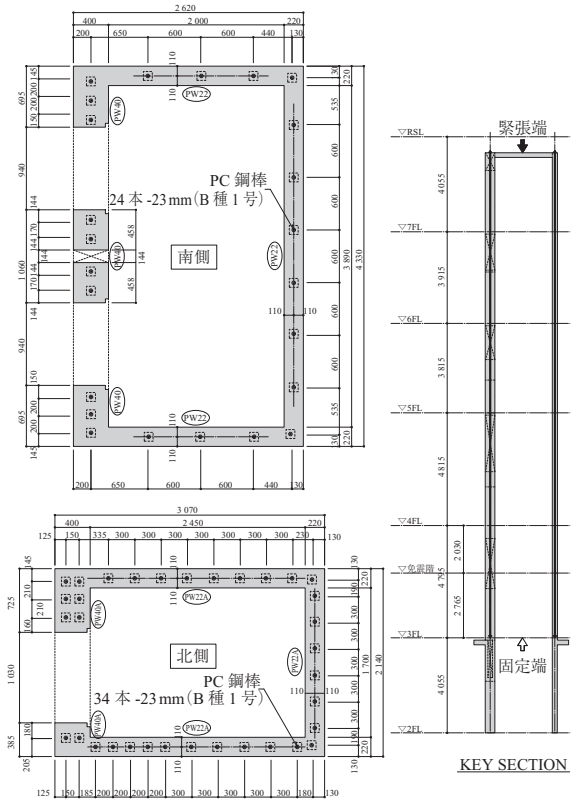


図 - 16 断面形状

PC 鋼棒の配線は各層のコンクリート打設リフトごとに行い、PC 鋼棒は壁脚でカプラー接続とした。PC 鋼棒の緊張は最頂部で行い、プレストレスによる施工時の偏心モーメントを極力小さくするため、対角 2 本の PC 鋼棒を同時緊張とした。写真 - 7 に PC 鋼材配線状況、写真 - 8 に緊張状況を示す。

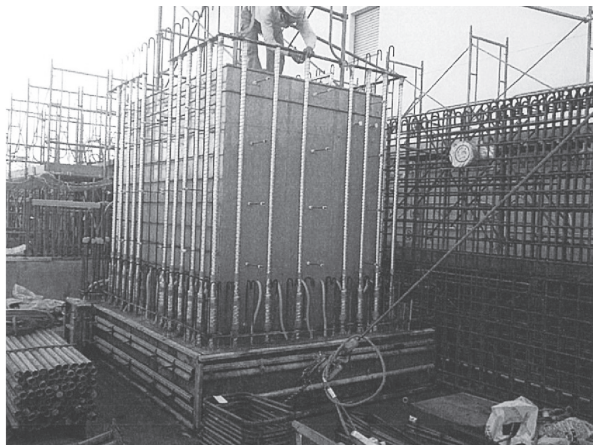


写真 - 7 PC 鋼材配線状況



写真 - 8 PC 鋼材緊張状況

5. おわりに

2017 年 1 月の開庁以来「札の辻広場」では毎週末イベントが開催され、多くの市民が訪れ、商店街の人々の流れが変わった。地方都市の市庁舎が、単なる執務と行政サービスのためだけではなく、市民が親しみをもって訪れ、多様な活動の受け皿として本当の意味でシティーホールとなるためには、まだまだ建築でやらなければならないことがあると実感している（竣工写真：写真 - 9）。

今回のプロジェクトを通じて得られた知見は、次の発展的展開を導くに違いない。その機会を賜った新発田市の方々ならびに、困難な施工に挑んで下さった施工関係者の方々にこの場を借りて感謝したい。



(a) 札の辻広場



(b) 低層部 1 階 窓口機能



(c) 4 階 議場



(d) 高層部 7 階 執務室

写真 - 9 竣工写真

【2017 年 5 月 1 日受付】