

嘉麻市庁舎の設計・施工

— 意匠・構造・設備の融合による機能的な市庁舎 —

福田 光俊*1・永野 孝之*2・福田 哲也*3・吉永 健治*4

嘉麻市は福岡県のほぼ中央に位置し、北部九州最大の川である遠賀川の源流があり、遠賀川の恵みを楽しむことで古来より稲作文化が形成、近代からは石炭産業が発達した歴史である。市庁舎の平面計画の基本は、コの字形のフレキシブルな執務空間、中央部のエコボイド、外周部の扁平断面の柱梁である。執務空間のフラット形状の床・天井・梁は、アンボンドPCケーブルを併用した鋼管ボイドスラブにより構成することで梁型無しの無天井化を実現するとともに、自然換気のための風を遮ることなく取り入れる道筋となっている。また、外周部は3.6mピッチの扁平柱と扁平逆梁のアウトフレームにより、夏季の直接の太陽光は遮るが、遠賀川流域の水田にバウンドした太陽光は天井面を介して室内に導く計画としている。

キーワード：アンボンドスラブ、PRC梁、扁平断面、鋼管ボイド

1. はじめに

嘉麻市は、旧山田市・稲築町・碓井町・嘉穂町の1市3町が合併し2006年に誕生した。福岡県中央に位置（筑豊地方）する嘉麻市には北部九州最大の川である遠賀川の源流がある。筑豊地方は遠賀川の恵みを楽しむことで、古来より稲作文化が形成、近代からは石炭産業が発達した。

嘉麻市は周囲が山林で囲まれた嘉穂盆地内に位置し、夏冬・昼夜の気温差が激しく、季節・時間によって風向きが変化する盆地性気候も地域の特徴である。

2016年4月の熊本地震を受け、九州内で実質的に最初に公告された市庁舎のプロポーザルが嘉麻市新庁舎計画であった。また、合併特例債活用期限である2020年3月竣工が求められていたため、自然的要因（熊本地震）と社会的要因（合併特例債）の狭間で計画を進める点も大きな特徴であった。以上のような背景から、遠賀川の恵みや盆地特有の環境を最大限に生かしつつ、安心・安全性確保とイニシャルコスト削減を両立した合理的な建築のあり方を追求した。時代背景・地域環境に対して純粋に応答することが、この市庁舎建築の姿勢としてふさわしいと考えた。

安心安全確保の観点から「打ち放しコンクリート直天井

（落下物の排除）」、イニシャルコスト削減の観点から「コンパクトな正方形平面（外装面積の最小化）」、「基壇のないワンボリュームの計画（免震層の最小化）」、「アウトフレーム＝ファサードデザイン（外装材削減）」とした結果、無駄なものが削ぎ落されたコンクリートの「矩形」が残った。遠賀川と周囲の緑の恵みを最大限に享受することができるこの「矩形」の市庁舎は、遠賀川の畔の風景の中に彫刻的にひっそりと佇んでいる（写真-1）。



写真 - 1 建物東側に遠賀川が流れる



*1 Mitsutoshi FUKUDA

(株)久米設計
九州支社



*2 Takayuki NAGANO

(株)久米設計
九州支社



*3 Tetsuya FUKUDA

(株)久米設計
九州支社



*4 Kenji YOSHINAGA

(株)ピーエス三菱
技術本部

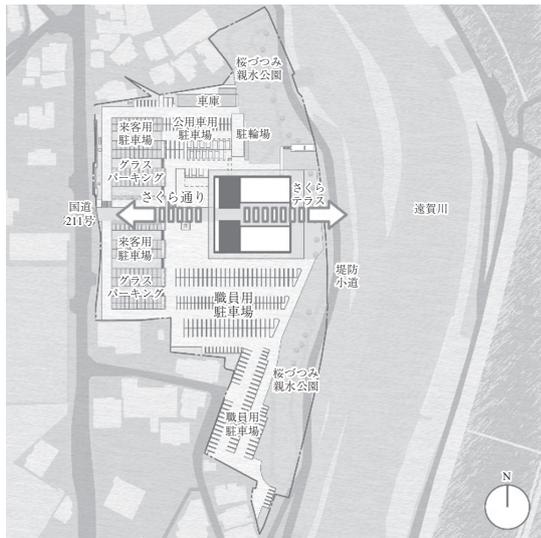


図 - 1 敷地配置図

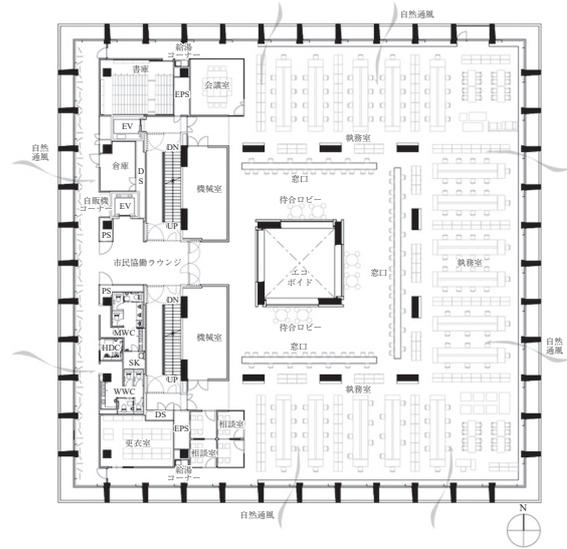


図 - 2 平面図

2. 建築概要

建築主：福岡県嘉麻市
 建設地：福岡県嘉麻市岩崎 1180 番地 1
 用途：市庁舎
 敷地面積：22 472.98 m²
 建築面積：2 760.74 m²
 延床面積：9 652.99 m²
 階数：地上 6 階
 建物高さ：24.72 m

3. 建築計画概要

西側に国道，東側に遠賀川のある敷地特性を生かし（図 - 1），メインエントランス・EV・階段などの縦動線を集約したコアを西側に配置し，北南東側にオープンかつフレキシブルな執務環境を確保することを平面計画の基本とした（図 - 2）。フロアの性格に合せ 1～3 階の市民フロアでは中央にエコボイドを，4，5 階の執行部・議場フロアでは中央の議場の周囲にエコボイドを配置しており，下層階と上層階でクランクするボイド配置が特徴の建物断面である（図 - 3）。クランク状のボイドは 1～3 階と 4，5 階の緩やかなゾーニングを形成すると同時に自然換気を促進させ，議場屋根のトップライトから光ダクトを經由して 1～3 階の市民窓口待合エリアに光を導く（写真 - 2）。地域産材に包まれ，市民に開かれた多目的議場（平土間）が中央に浮遊しているような断面構成は，市民のシンボルの可視化であり，市庁舎建築としての新たな試みである。

各方向からの風を取り入れ，エコボイドによる上下温度差を利用し重力換気を促進させることが可能なこの平面・断面計画は，嘉麻市特有の盆地性気候に呼应し，環境的な側面でも合理的といえる。

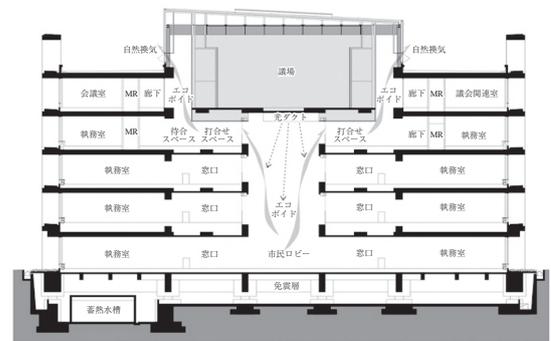


図 - 3 断面図



写真 - 2 1階エコボイド

4. 構造計画

4.1 構造計画概要

- ・基礎：深層混合処理工法併用の直接基礎
- ・架構：鉄筋コンクリート造，一部プレストレストコンクリート造，鉄骨造（議場屋根）
- ・床：鉄筋コンクリート造，鋼管ボイドスラブ
- ・設計・監理：(株)久米設計
- ・施工：(株)浅沼組
- ・PC工事：(株)ピーエス三菱
- ・工期：2018年4月～2020年3月

4.2 構造設計概要

本建物は前記のとおり，大地震後も庁舎機能を維持できる計画とし，1階床下に基礎免震構造を採用している。建設地は遠賀川に近接しており，集中豪雨などによる浸水に対する配慮として，1階床レベルを盛土によりGL+1.2mの位置に設定している。

建物の平面形状は図-4に示すとおり，43.2m×43.2mの正方形であり，アウトフレームを3.6mスパン，インナーフレームを7.2mスパンとし，上部構造の構造種別は耐振動性と遮音の観点から鉄筋コンクリート造としている。鋼管ボイドスラブと二重床の組み合わせにより，基準階高を3.6mまで抑え，かつ無天井化を実現した。また，最上部の議場屋根は軽量化を図るため鉄骨造とし（写真-3），架構形式は免震部材への過大な力の集中を避けるため，ラーメン構造とする。図-5に全体架構モデルを示す。

基礎形式は布基礎と一部ベタ基礎による直接基礎としている。本敷地の地層構成と地下水位の高さから，基礎下端以深の沖積層を対象に深層混合処理工法による格子状改良を実施し，支持力の増大を図るとともに液状化の発生を防止し，免震効果が十分に発揮されるよう配慮している。支持層はGL-7.2m以深の砂岩層とする。

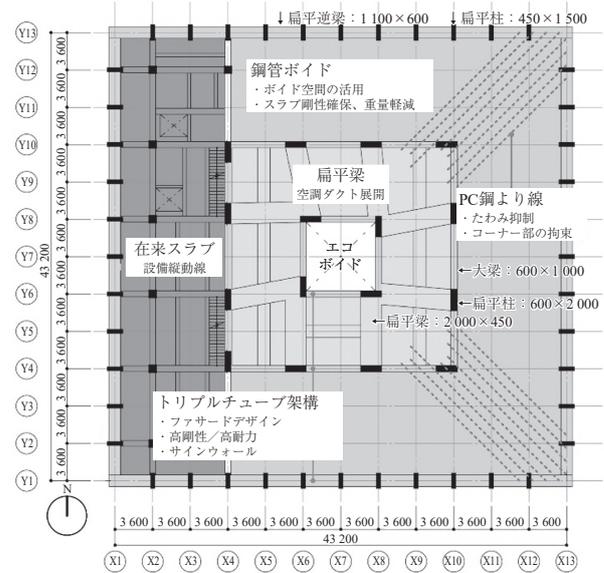


図 - 4 基準階伏図



写真 - 3 鉄骨格子フレームの議場屋根

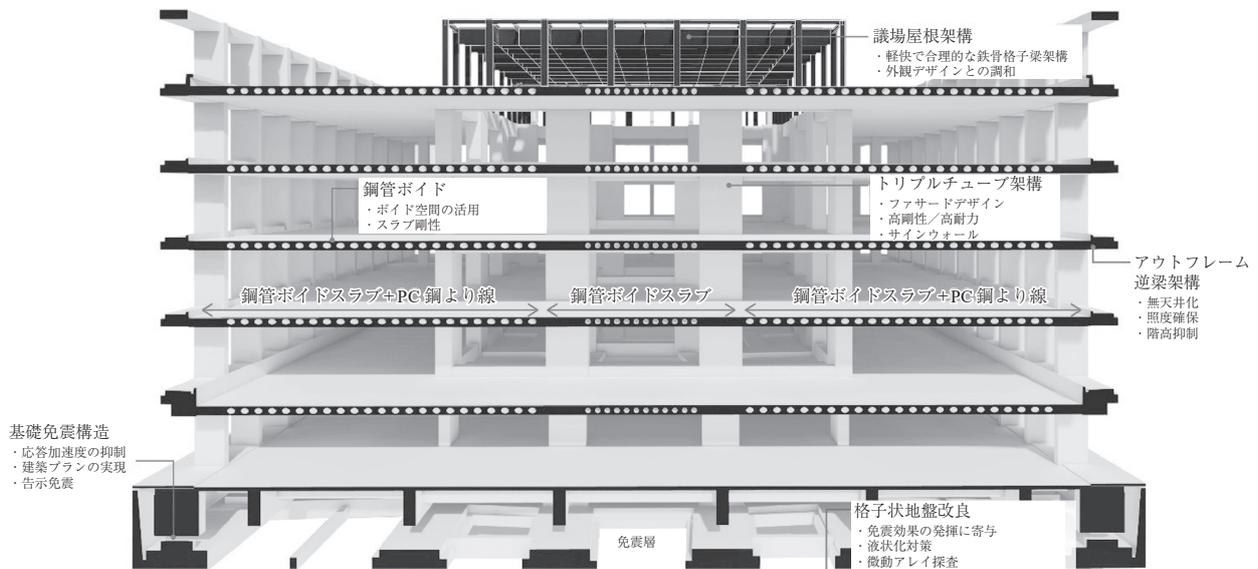


図 - 5 全体架構モデル

4.3 トリプルチューブ架構

本計画は、扁平柱・梁による彫りの深い正方形格子形状のアウトフレーム（写真 - 4）と、内側にオフセット配置した扁平柱のインナーフレームによるトリプルチューブ架構を基本構成としている（図 - 6）。地震力の多く（60%以上）をインナーフレームに負担させ、免震効果を積極的に活用することで梁型無しの無柱空間を実現し、市庁舎の執務空間に求められるフレキシビリティ性を獲得している。

インナーフレームの扁平断面柱は構造システムとサインシステムを融合したサインウォールとしている（写真 - 5）。窓口案内サインを従来の庁舎に見られるようなカウンター上部の吊下げ式とせず、嘉麻市産杉材を利用したナンバーサインと課名プレートサインを本実仕上げを施した扁平断面の柱にレイアウトした。

4.4 鋼管ボイドスラブ

執務室の床の構造は厚さ 450 mm の円筒形鋼管をスラブ中央に配置したボイドスラブを採用し、スラブの曲げ剛性を確保しながら、その重量の軽減を図っている。中央待合ロビーエリアは天端 FL-350 mm の扁平逆梁と在来スラブとし、床下空調ダクトのメインルートとした（図 - 7）。



写真 - 4 正方形格子形状のアウトフレーム

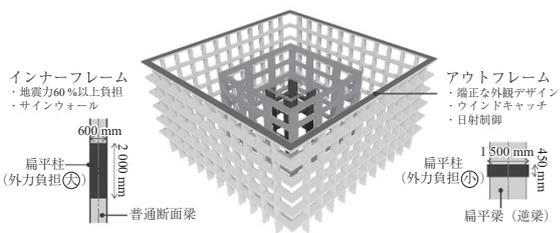


図 - 6 トリプルチューブ架構モデル



写真 - 5 インナーフレーム

西側の縦貫通（設備展開・縦動線）が集中するコアエリアは普通断面の梁と在来スラブとし、適材適所なスラブ構成としている（図 - 8）。鋼管ボイドの中に部分的にT型鋼管をレイアウトすることで、鋼管の空洞スペースを利用して非常照明、明るさセンサー、感知器を設置する納まりを試みた。照明器具（LEDライン証明）は天井面直付けとし、それ以外の機器等は天井面に突出してこないディテールとしている（図 - 9）。

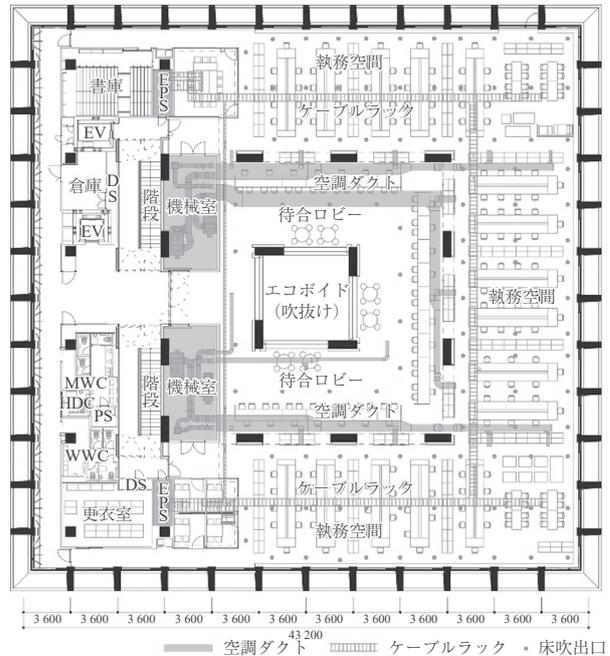


図 - 7 二重床内設備展開図

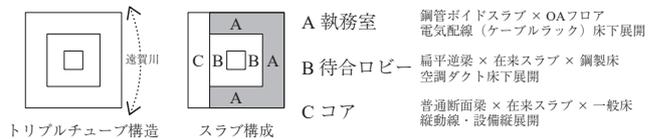


図 - 8 スラブ構成ダイアグラム

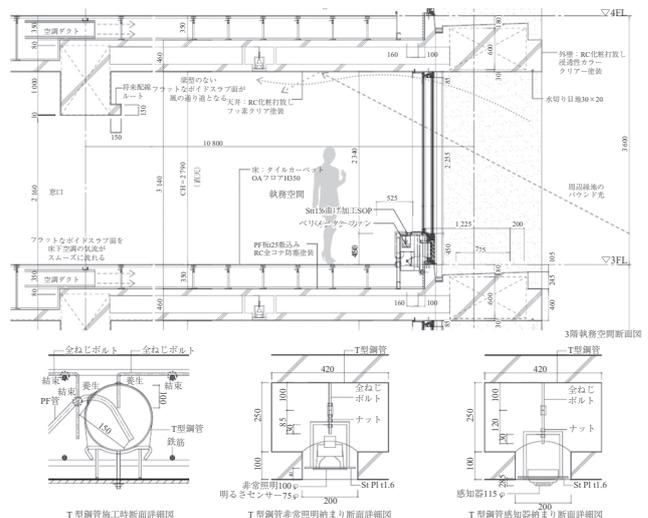


図 - 9 3階執務空間断面図

4.5 正方形格子フレーム

扁平断面の柱梁の格子形状の構造体をそのまま生かしたファサードデザインとすることで、外装材の付加を可能なかぎり避けた。格子の中は自然換気用の片引き窓を組み込んだアルミサッシとLow-e 複層ガラスとすることで、採光と通風を獲得できるつくりとし、シンプルで規格化されたデザインにより全体のコスト縮減を心がけた。

嘉麻市は盆地特有の風環境より、季節・時間によって風向きが変化する、一定でない風向きが大きな特徴である。柱の奥行き方向と直交方向に吹く風も、扁平柱にあたり室内へと導かれることがシミュレーションにより分かった(図 - 10)。全周囲に均質に並ぶ扁平柱は、あらゆる方向の風を室内へと導くウインドキャッチとなっており、盆地特有の風環境に適したファサード形状といえる。

アウトフレームの奥行きは、日射制御シミュレーションにより夏季午前 10 時以降の執務空間へ直射光が侵入しない寸法とした。外周の扁平梁はライトシェルフの機能となり、下階への直接光を制御しつつ、梁上面で太陽光を反射

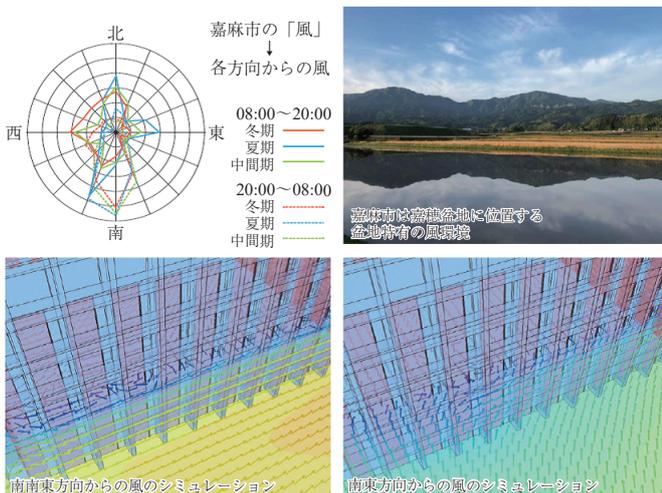


図 - 10 ウィンドキャッチとなる外周の扁平柱

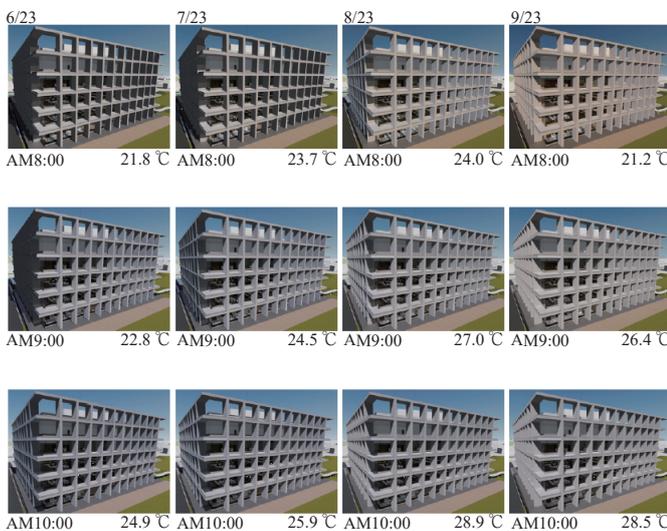


図 - 11 日射制御に貢献する外周の扁平梁



写真 - 6 RC 直天井に周辺環境の緑が映り込む

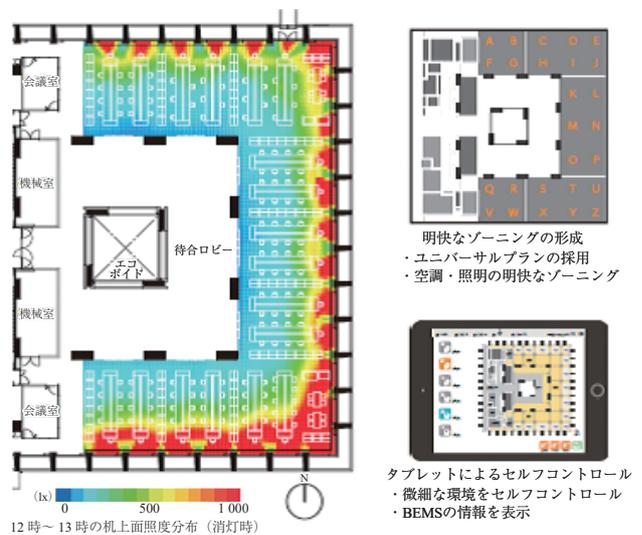


図 - 12 机上照度分布

させることにより室内の躯体天井面へ間接光を導いている(図 - 11)。

アウトフレームは逆梁とし、外周扁平梁と執務スペースの躯体天井面をシームレスに連続させることで、遠賀川の先に広がる水田面にバウンドした光を室内天井面へ導く計画となっている(写真 - 6)。

夏は深い緑色、秋は黄金色の水田の表情が躯体天井面に写し込まれる。周辺環境を生かした構造形式を選択することで、地域環境との調和と四季の変化を体感できる執務空間を目指した。

運用後に 12 時~13 時の間の 2 階執務空間机上照度の測定を行ったところ、執務空間奥行きの中間付近まで 300~400 lx 近い照度が計測できた(図 - 12)。12 時~13 時の間は職員の昼食休憩時間であり、かつ外光からの一定の照度が期待できるため、執務空間を消灯する運用とし省エネに取り組んでいる。開口部から遠い中央エリアは状況に応じて照明を点灯できるように、照明ゾーニングを細かく分け、かつタブレットでセルフコントロールできるようにしている。

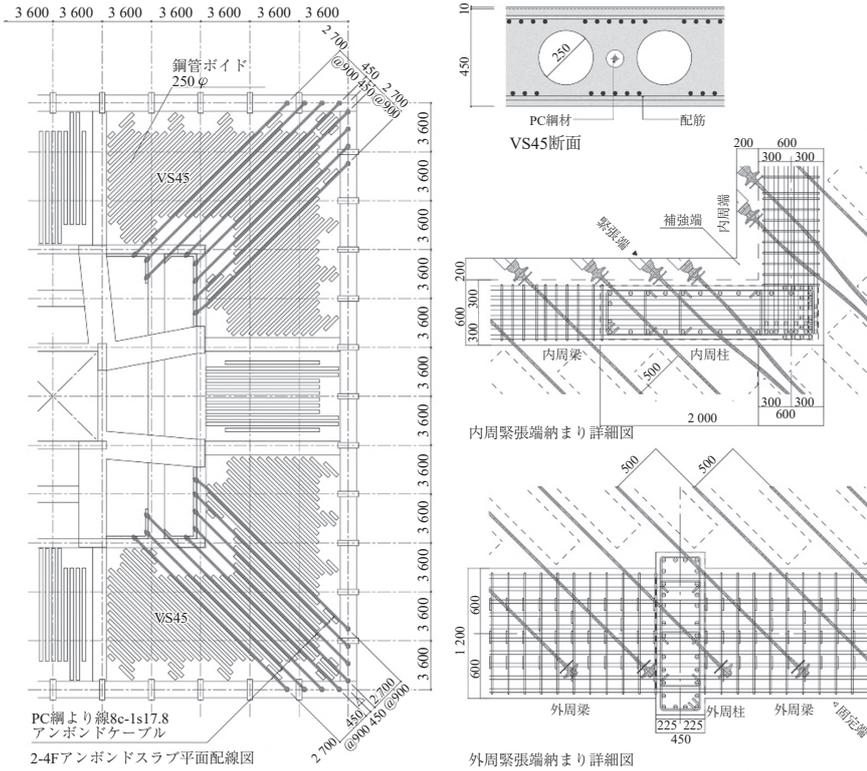


図 - 13 基準階コーナー部配線

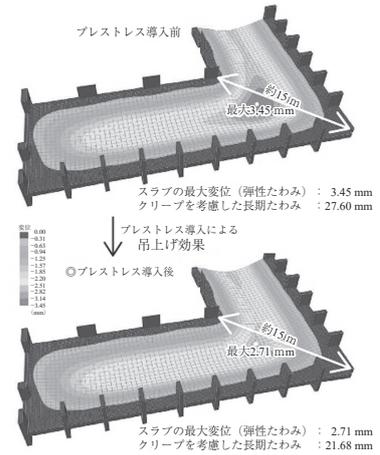


図 - 14 プレストレス導入による吊上げ効果

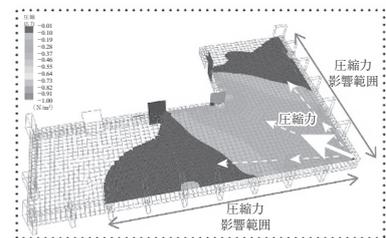


図 - 15 コーナー部に作用する付加圧縮力

5. PC 部材の概要

本建物の PC 部材は、下記の部分に採用している。

5.1 基準階コーナー部の鋼管ボイドスラブ

鋼管ボイドスラブで構成する執務室の床は、内周フレームから、外周フレームまでの支持長さがコーナー部の対角長さで最大 15m と大きくなるため、クリープ現象によるひび割れを抑制する目的でアンボンド PC 鋼より線を用いてプレストレスを導入することとした (図 - 13)。

基準階のプレストレス導入による吊上げ効果を確認するため、有限要素法 (FEM) による解析を行った。プレストレスによる吊上げ力は鋼材 1 本あたり 2.7 kN/m (配置ピッチ 900 mm で 3 kN/m² 相当) で、スラブの鉛直たわみが最大となる対角方向の中央部のたわみを約 20% 抑制している (図 - 14)。さらに、コーナー部に作用する付加圧縮力 (タガ効果) により、広範囲のスラブに圧縮側の内部応力が作用し、執務室のスラブのひび割れ抑制効果が期待できる (図 - 15)。また、執務室の直天井をはじめ、広い範囲でコンクリート打放し面を現しとしているため、ひび割れ抑制、コンクリート強度向上の目的で上部躯体コンクリートにシリカ系混和材を混入し、プレストレスとのダブルの効果に期待した計画としている。

アンボンド工法を採用するにあたってはグラウトによる付着を有しないことを考慮して、腐食環境条件の厳しくない建物内部側に緊張端を設けることとし、緊張定着具の保護と建物美観に留意した。

コーナー部の鋼管ボイドスラブは架構に対して 45 度傾いており、梁側面に配置される緊張定着具の納まりが問題となることが予測された。そこで内部側梁側面を増し打ちとして、三角形のヌスミを設けることで、梁配筋と定着具の干渉を避けて現場施工の煩雑さを避ける設計を行った (写真 - 7)。また、建物内部側での緊張作業時のジャッキスペースを確保するために、梁レベル差の利用やコンクリートの打継ぎ (あと施工範囲) を設けるなど設計的配慮を行った (写真 - 8)。



写真 - 7 三角形のヌスミを設ける



写真 - 8 ジャッキスペースの確保

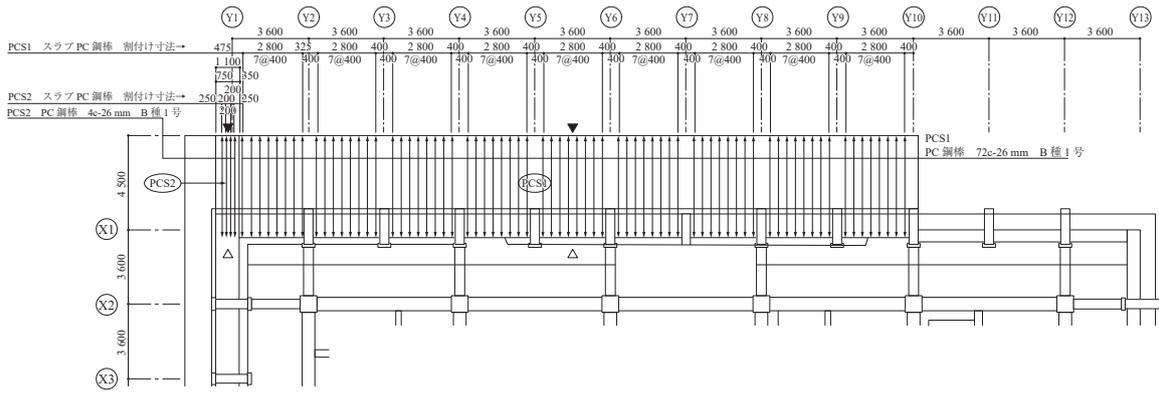


図 - 16 エントランス側大庇配線図 (2階)

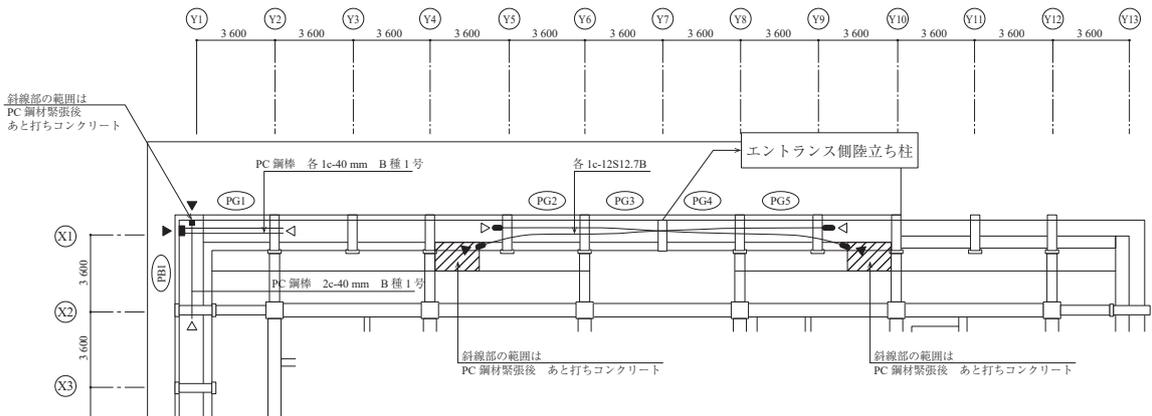


図 - 17 エントランス PRC 梁配線図 (2階)

5.2 エントランス側大庇と PRC 梁

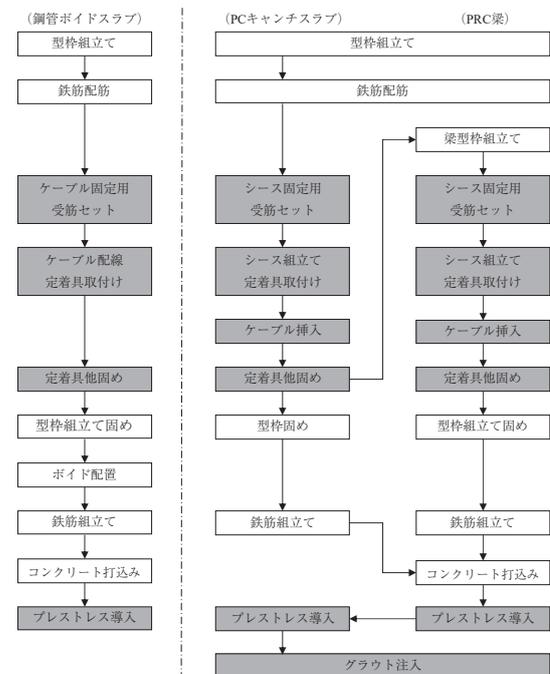
コミュニティバスの乗降・車寄せ・タクシー乗降スペースとして機能するエントランス側の庇 (写真 - 9) は張出し長さが4.5 mあり、PC 鋼棒を400 mm ピッチで配置したPC キャンチスラブとした (図 - 16)。また、西側の建物中央に位置するエントランスは開放的な空間とするため、1階柱を1スパン飛ばしている。また、建物コーナー部は軽快なファサードとしているため、大庇の荷重を負担するキャンチ梁の負担が大きかった。これらの部位では、PRC 梁を採用した (図 - 17)。



写真 - 9 エントランス側大庇

6. PC 工事の施工

PC 工事施工フローを図 - 18 に示す。



※ はPC工事を示す

図 - 18 PC 工事施工フロー

5.3 基準階コーナー部の鋼管ボイドスラブの施工

基準階コーナー部には鋼管ボイドスラブが配置され、架構軸に対してスラブ方向は45度の角度をもって計画されている。同スラブにはPC鋼材の配置間隔900mmの間に中空ボイドが2列450mmピッチで配置され、その中空ボイド間に鉄筋が一定の奇数本数で配置される。配置された奇数本の鉄筋グループの中央に位置する鉄筋の平面位置がPC鋼材の平面位置と同一になる計画である(図-19)。

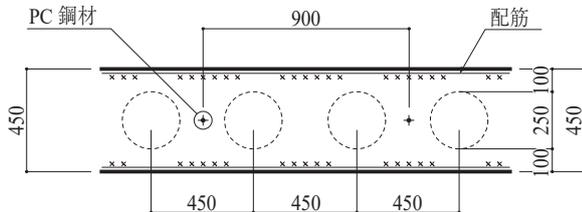


図-19 アンボンドボイドスラブ断面の一例

施工は、まずスラブ枠上に出された軸方向から45°傾いた墨を基準としてスラブ下端筋を正確に配置し、これを基にアンボンドPCケーブルの配置、中空ボイドの配置、スラブ上筋の組立ての順序で行われた。写真-10、11にアンボンドケーブルの配線状況と鋼管ボイド配置後の状況を示す。後述するエントランス大庇ではPCケーブル高さ保持を行う受筋は、バー型のケーブルホルダーを用いて施工の簡略化を図ったが、ボイドとの干渉が考えられたアンボンドスラブでは、各支持点の高さに応じた独立型のケーブルホルダーを用い、各ケーブルごとに支持点の位置出しを行い、品質確保に努めた。

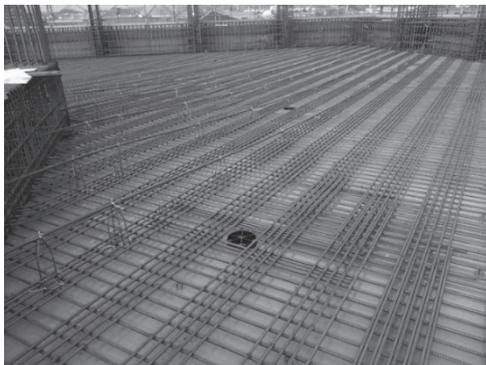


写真-10 アンボンドPCケーブルの配線状況

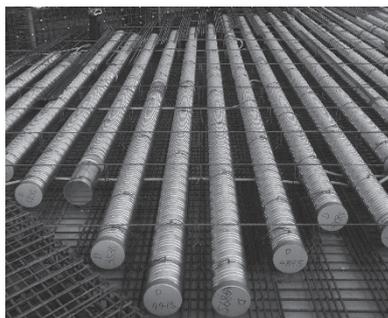


写真-11 鋼管ボイドの配置状況

5.4 エントランス側大庇とPRC梁の施工

エントランス側大庇(PCキャンチスラブ)はPRC梁の下端側に取り付けており、その位置関係(図-20)からPCキャンチスラブのPC配線を先行して行い、その後PRC梁のPC配線を行う計画とした。梁底・スラブ型枠組立て、梁配筋、スラブ下筋の施工を先行して行ったあと、キャンチスラブのPC配線を行うが、この際、緊張定着具を固定するキャンチスラブの側枠は先行して組み立てることとし、固定定着具の配置、PRC梁配線時に障害となるPRC梁側枠は開放しておくこととした(写真-12)。

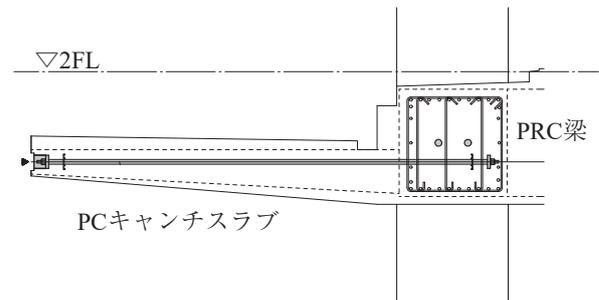


図-20 PRC梁とPCキャンチスラブの位置関係

PCキャンチスラブの配線のあと、PRC梁の配線を行う際は、開放していた梁側枠のうちPRC梁定着具を配置する部分の側枠のみ先行して組立てを行うこととし、残りの梁側枠はPC配線後の組立てとした。

今回のPC工事では、部材に応じて型枠工事、鉄筋工事の先行施工箇所が異なる条件となったため、各工事間での事前打合せを十分にを行い、現場施工における生産性向上に努めた。



写真-12 PCキャンチスラブの配線状況
(左：固定定着具、右：緊張定着具)

7. おわりに

本建築は「意匠」、「構造」、「設備」の各セクションが相互に連携し、快適で安心・安全な施設となるよう努めた。プレストレスの導入により、執務空間に求められるフレキシビリティ性を獲得することができた。PC構造の設計・製作・施工にあたり、質の高い建築の実現、高い品質と施工精度の実現に尽力くださった皆様に感謝いたします。

【2021年4月28日受付】