

NIPPO本社ビル設計・施工

—立地特性と意匠・設備が融合した建築・構造計画—

株式会社日本設計 楯列 哲也・中村 伸

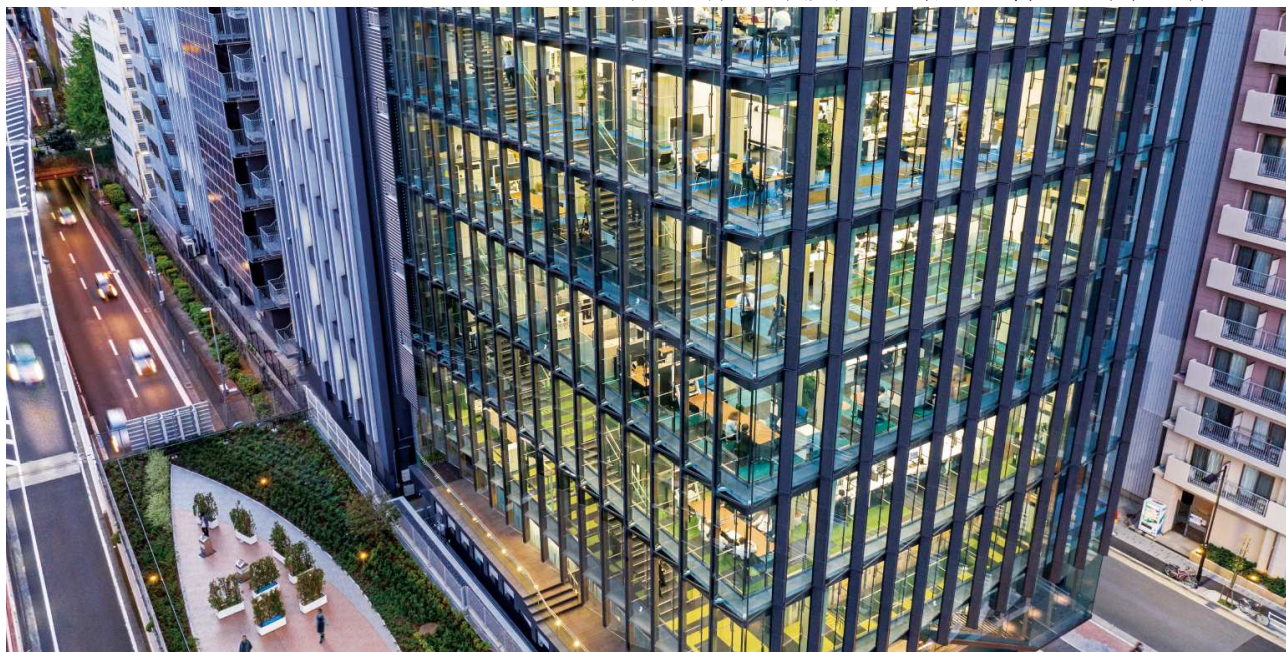


写真-1 ミチが生み出すワーカーの創造的なつながり「ジャンクション・プレイス」

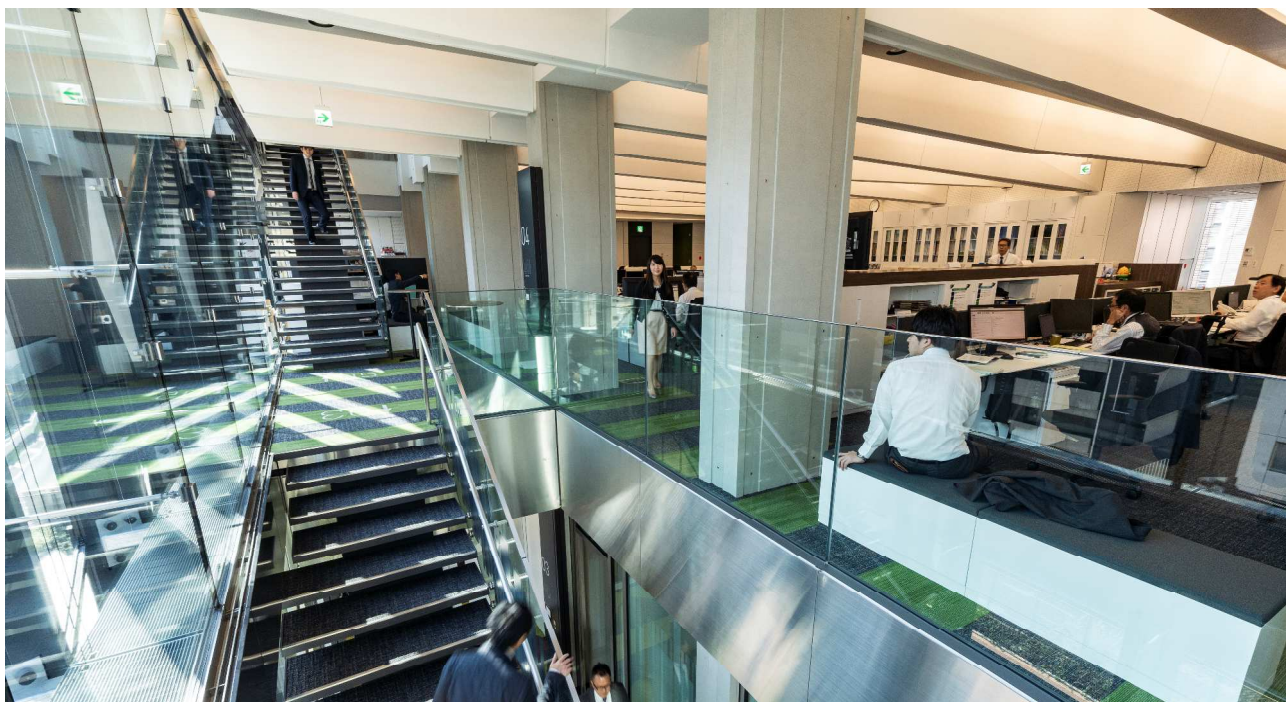


写真-2 PCa キャンチ 梁により開放性が際立つワークプレイス

1. はじめに

東京駅に直結する八重洲通り、これと立体交差する首都高速道路、その上部人工地盤上の公園。NIPPO本社ビルは、さまざまなインフラが立体的に結節する位置にある。NIPPOは道路をはじめとしたさまざまな都市基盤をつくってきた会社であり、道づくりのトップランナーである。この道＝「ミチ」を「さまざまな要素をつなぐもの」と考え、「ジャンクション」を設計コンセプトとして据えた。

周囲の都市環境と建物のワークプレイス全体をつなぐミチ、ワークプレイス同士をつなぐミチ。ミチは、場と場をつなぐだけでなく、それぞれの場が有する個性や特性もつなげていく。ミチが生み出す“つながり”をワークスペースの“創造的なつながり”に発展させ、架構計画や設備計画もつなげながら、この地ならではのワークプレイス＝ジャンクション・プレイスを実現させた（写真-1、2）。

2. 建築・架構計画概要

2.1 建築概要

建築名称 : NIPPO本社ビル
 建設場所 : 東京都中央区京橋1-19-10
 建築主 : ㈱NIPPO
 設計・監理 : ㈱日本設計, ㈱NIPPO
 施工者 : NIPPO・大日本土木建設工事共同企業体
 PC工事 : オリエンタル白石(株)
 建築面積 : 584.75m²
 延床面積 : 5,397.91m²
 階数 : 地上10階/地下1階
 最高高さ : 47.01m
 構造形式 : 基礎/現場造成杭 基礎免震構造
 架構/プレキャストプレストレストコンクリート造
 一部、鉄筋コンクリート造
 主要用途 : 事務所
 工期 : 2016年7月～2018年6月

2.2 ミチとイエのゾーニング計画

ワークプレイスは、「チームや個人のホームとなるイエ」、「都市とイエをつなぐ開放的なミチ」、「ワークスペースとワークスペースをつなぐ落ち着いたミチ」の3つから構成されている。性格の異なる2つのミチに囲まれていることで、ヒトのつながりを生み出す多様なワークプレイスがつくられる。

「開放的なミチ」と「落ち着いたミチ」は、複数の階段でらせん状に上下階とつながり、外部の足元から最上階までがシームレスにつながる。これにより、限られた敷地で積層させたワークプレイス全体が都市とつながり、ひとつの「ジャンクション」を形成する。これら2つのミチにより、ワーカーは時間や状況に応じて近道や寄り道など好きなミチを選択することが可能となる（図-1）。

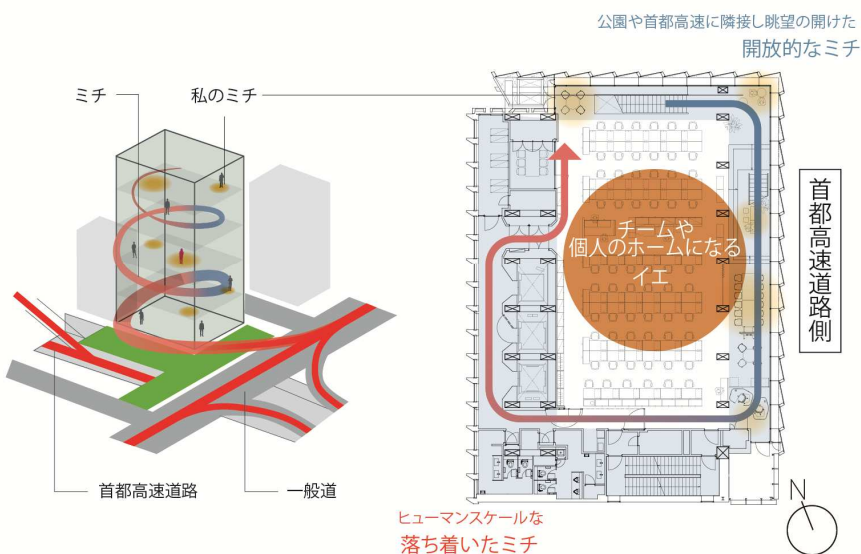


図-1 「ジャンクション・プレイス」概念図

2.3 ゾーニングと立地特性を活かした架構計画

外周部に向かって梁せいが小さくなり、ミチゾーンの開放感が増す「心柱方式のPCa架構」をあらわし天井として採用しており、施工会社の本社ならではの「施工技術力を魅せる空間」としている（図-2）。コア側は大梁と小梁でモーメントに応じた梁せいとして違いをつくることで梁せいの深くなる根元部分でも圧迫感を低減しつつ、事務室に変化のある豊かな表情を生み出している（写真-3）。敷地内に残置されていた地中障害を避けた軸力柱と地区計画の空地を避けた心柱配置は（図-8参照）、イエゾーン/ミチゾーンの柔らかく隔てる役目を担っている。

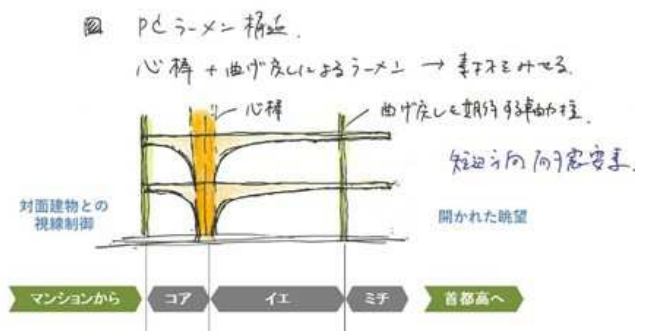


図-2 基準階架構形式スケッチ



写真-3 PCaPC 大梁と小梁が連続する執務室



2.4 ゾーニングと架構を活かした空調・照明計画

空調計画では、イエゾーンとミチゾーン共通で床染み出し空調採用によるPCaコンクリートあらわし天井を実現し、限られた階高でワークプレイスの天井高さ・開放感の最大化を実現している（図-3）。

またミチゾーンでは、都市とつながる空調ゾーンとして、自然換気+放射空調を採用し、心地よい風を感じられる空間としている。イエゾーンはより仕事に集中しやすい安定した空間として、潜熱蓄熱材により室内給気温度変動の緩和を実現している。

照明計画では、白く塗装したPCaコンクリート天井を反射板とした建築化照明（光源を建築パネルに一体化させた照明方式）とすることで、天井全体が間接光を受けた光天井となり、実照度以上の明るさ感を生み出すとともに、PCaコンクリート直天井の圧迫感を感じさせない計画としている。

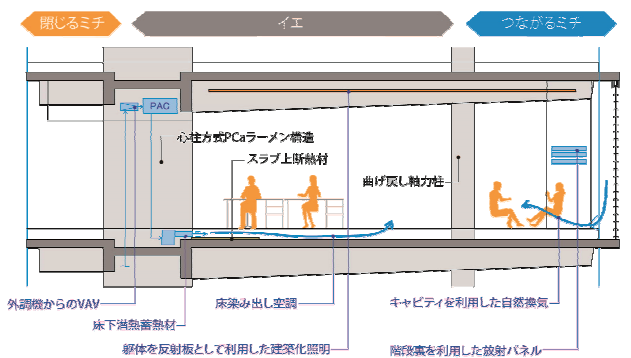


図-3 ゾーニングにあわせた架構と床吹き空間設備

2.5 ダブルスキン外装計画

建物北東側の「開放的なミチゾーン」は、ガラスカーテンウォールダブルスキンとし、以下の3つによる構成としている。

- ① 扇子のように雁行したアウトースキン
- ② インナー+アウトアの両スキンを支持する石マリオン（扇骨）
- ③ サッシレスのメタルポイントグレーディングインナースキン

卓越風向、日射方位、開けた眺望をベストミックスした扇子形状のダブルスキンにより、「ブラインド閉鎖時間の最小化による眺望確保」と「自然換気導入の最適化」を実現している。また、このダブルスキンは、都市環境とつながる快適なミチを創出するとともに、都市にむけて先進的かつ変化に富んだ表情を形成している（写真-4）。

このガラスファサードは、4m近いPCaキャンチ梁の先端で支持することになるが、PCaPC造の精度と剛性を活かすことで端正な表情を実現している。各階で支持されたガラスファサードの目地幅は、自重、積載荷重、クリープ、上下動、熱伸び、施工誤差等を考慮して慎重に設定し（図-4）、外装材は、PCaであることを活かして、CT型鋼を工場であらかじめ埋め込むことで支持させている。PCa部材の精度としては、柱の建方を各階ごとで施工誤差を累積させないようにすることで、躯体精度がガラスの目地幅に与える影響を最小限に留めている（図-5）。



写真-4 北東側ダブルスキン外観

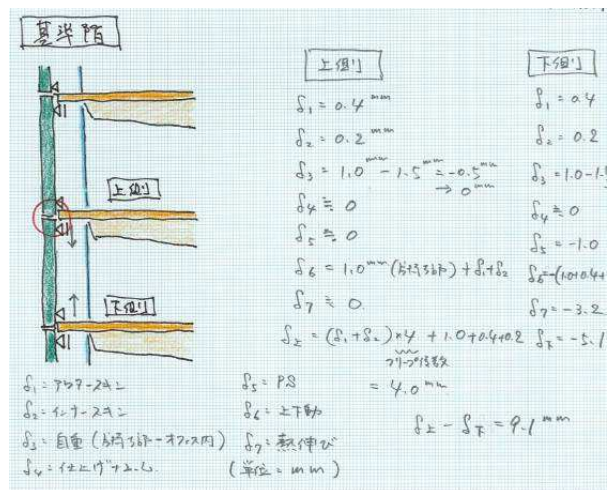


図-4 外装ファスナー部の変位設定

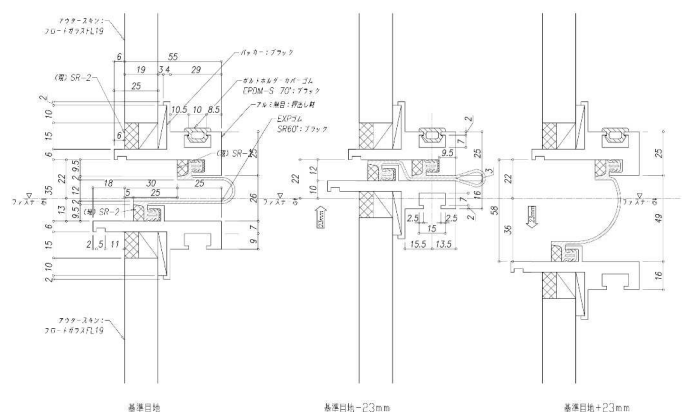


図-5 層間垂直変位±23mmに追従する外装ディテール

2.6 意匠性と将来対応に配慮した部材ディテール

各階であらわしとなるPCa柱および梁には筋堀状の溝を設け、部材をよりシャープに魅せるディテールとしている。この筋堀底部には約800mmピッチにて予備インサートを打ち込んでおり、このインサートを使って間仕切りの設置などが容易にできるとともに、建具やボード壁の厚みにあわせた溝幅としているため、架構との取り合いがよりスムーズに納まるよう配慮している（図-6）。

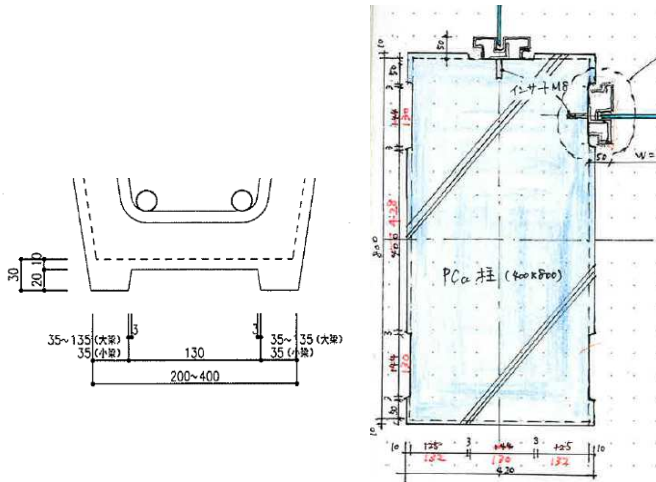


図-6 PCa柱および梁の端部ディテール

3. 構造計画概要

本建物は、地上10階、地下1階、塔屋1階の建築物である。基準階階高は4.0mであり、平面計画はL型のコア形式で、執務室で15m×30m、コア側で5.5m×30mとなっている（図-7）。免震層より上部の構造種別は、プレキャストプレストレストコンクリート（以下PCaPC）造としている。なお、1, 2階の梁は床段差が多いためプレストレスト鉄筋コンクリート（以下PRC）造として施工性に配慮している。地上部の梁形状は東側に向かってテーパを付けた形となっているが、設備の床吹き出し空調のふところを活かして、端部の梁せいを確保し、梁先端では天井高3mを確保している（図-8）。

耐震要素は短辺・長辺方向とも耐震壁を配置した耐震壁付きラーメン構造として計画している。短辺方向は心柱に曲げ戻しの梁を設けた架構とし、先端に向かって梁せいを絞り、首都高速側の柱を細柱として設計している。長辺方向の耐震要素は、壁がコア側に偏心して取り付くため、南側のコア部分の1フレームを大断面のラーメン構造として、偏心の影響を最小限に抑える設計としている。耐震壁のせん断応力度は、大地震時（レベル2相当）にもコンクリートの短期許容せん断応力度程度に抑え、ひび割れが生じにくい設計としている。梁部材に関してはプレストレスの特徴である非線形弾性の性質を取り入れ、曲げ破壊耐力に対して85%程度の応力で設計することで、鋼材の高い復元性により過度な残留変形が生じることなく、建築健全性を確保した設計

としている。

地下1階床下には基礎免震構造を採用し、大地震後にも本社機能を維持できる計画としている。免震ピットの架構は、既存杭を避けた位置に新設杭を設けたことで柱心と杭心が一致しないこと、かつ基礎底をできるだけ上げた計画とすることからマットスラブ形式を採用している。

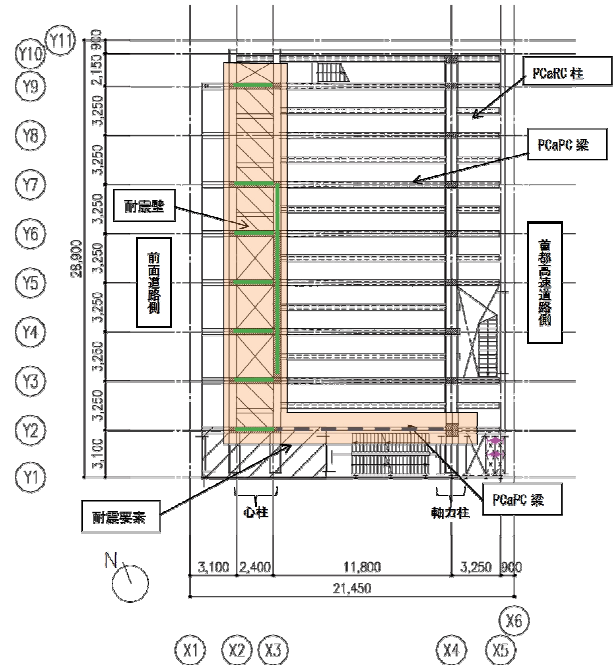


図-7 構造伏図

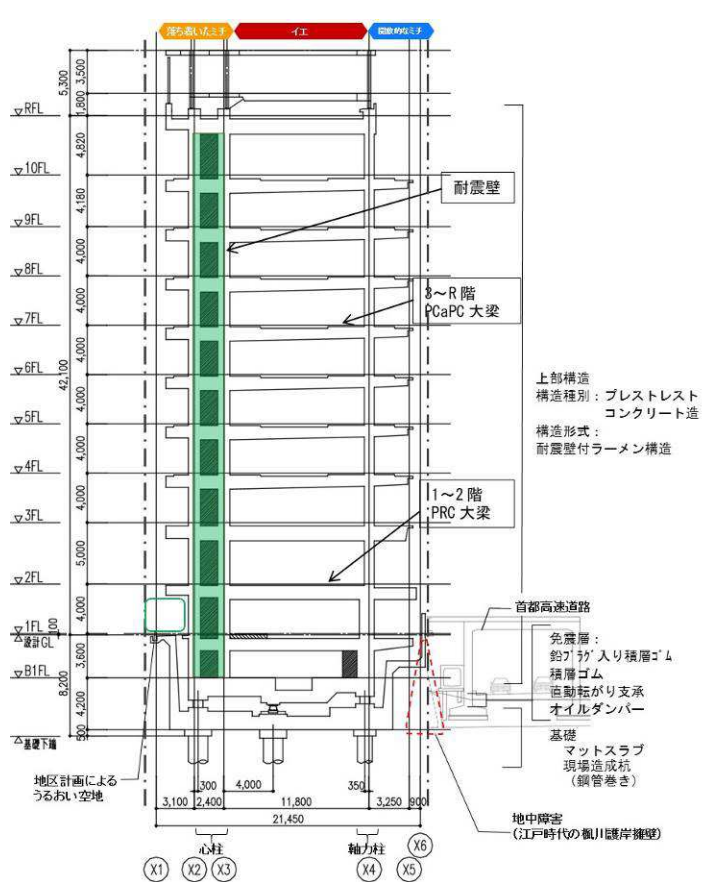


図-8 構造軸組図

4. 耐震設計概要

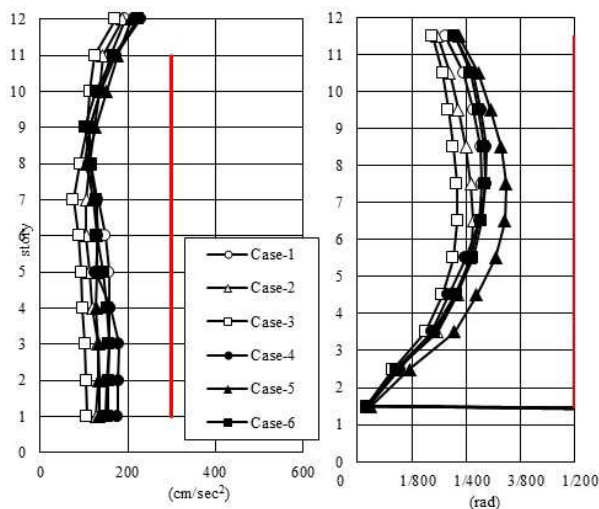
本建物の耐震性能目標を表-1に示す。設計用入力地震動は、告示波3波、観測波3波とし、告示波は工学的基盤から基礎底面までの増幅を考慮し、告示スペクトルに適合する地震動を作成している。

表-1 耐震性能目標

入力レベル		レベル1	レベル2
部材設計	上部構造	短期許容応力度以下	短期許容応力度以下
	下部構造	短期許容応力度以下	短期許容応力度以下 杭：終局耐力以内
応答解析	上部構造	層間変形角1/300	層間変形角1/200
	免震部材	せん断歪100%以下 160mm以下	せん断歪250%以下 400mm以下

解析モデルは基礎を固定し、各階を1質点に集約した11質点系のねじりを考慮した曲げせん断ねじり棒モデルである。上部架構の復元力特性は、上部架構の履歴減衰に期待せず、免震層で地震エネルギーを吸収させるために弾性でモデル化している。ここで、弾性時の剛性は、ひび割れを考慮した静的荷重増分解析結果から、PCaPC梁の等価剛性を算出し、その算出した等価剛性から層の等価弾性剛性を算出した。なお、振動系の内部粘性減衰は、1次固有周期に対する瞬間剛性比例型とし、減衰定数は2%としている。

図-9にレベル2地震動に対する地震応答解析結果を示す。執務室の応答加速度は200gal程度となっており、免震建物とすることで建物使用者の恐怖心の低減や安心感を確保することができている。また、層間変形角の結果より、外装材の脱落しない追従性は1/200とし、シールの補修のみでサッシュの破損等が生じない変形角を1/300に設定して、免震構造の有用性を活かした外装計画としている。免震層の変形は余裕度検討時において495mmとなっており、躯体クリアランス600mm以下に十分おさまる変形量となっている。



Case-1:観測波 (EL CENTRO) Case-4:告示波 (ランダム位相)
Case-2:観測波 (TAFT 1952) Case-5:告示波 (JMA-Kobe NS 位相)
Case-3:観測波 (HACHINOHE) Case-6:告示波 (Hachinohe NS 位相)

図-9 応答解析結果 (左:加速度 右:層間変形角)

5. PCaの魅力

5.1 PCa部材の計画概要

本建物は、狭小敷地における施工となるため、タワークレーン1機による架設となるのが当初から部材計画上の重要なポイントであった(写真-5)。タワークレーンの揚重能力から、部材重量を8.0t以下とする必要があった。そこで、スパン方向の梁部材に関しては、首都高側に大きく跳ねだしたキャンチ梁を1ピース、メインとなる大梁部材を中央で2分割した2ピース、前面道路側のキャンチ梁を1ピースとして計画した。また、柱部材は、首都高側の軸力柱を桁行方向の大梁の一部と一体化したT型部材とし、コア部分の柱も梁と一体化したL型部材で計画している。図-10にBIMにより3Dモデル化した部材分割図を示す。



写真-5 狭小敷地における架設状況

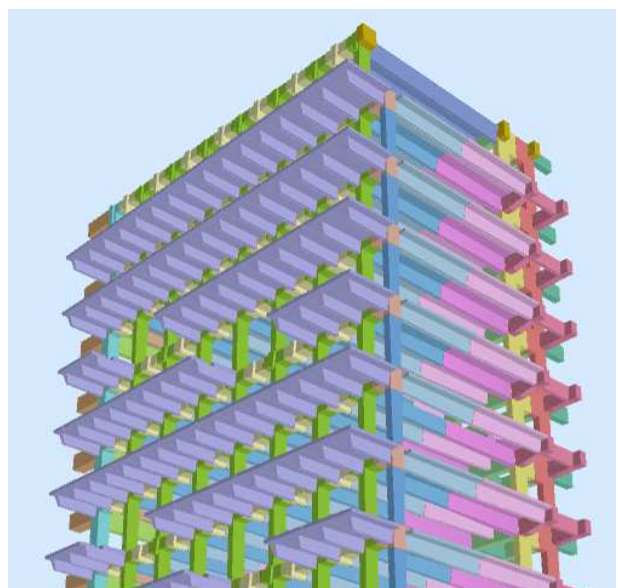


図-10 BIMによる3Dモデル化とPCa部材分割

全体的なPCa計画としては、1F・2F床レベルまでは梁段差なども多かったため、柱部材のみPCa化し、梁は現場打ちのPRC造で計画している。3F～10Fに関しては、同じ架構形式の繰り返しとなることから、全ての柱梁部材をPCa化している。その部材構成は、柱がPCaRC造(継手接合)、梁がPCaPC造(圧着接合)となっている。

主たるPCa部材は、首都高側が開かれた断面形状となっていることが特徴的で、梁断面は、首都高側のキャッチ梁に向かって細くかつ梁せいが小さくなるように変化させている。梁側面の角度および梁せいが長さ方向に対して同時に変化する部材を実現するためには、型枠製作上の観点から大きな課題をクリアする必要があった。図-11に主要構造大梁の断面形状を示す。

そこで、BIMによる3Dモデル化を行い、さらに3Dプリンターによる模型作成も行うなど(写真-6)、型枠製作上の観点や躯体あらかしとする外観上の観点の両面から議論を重ねて最終的な形状を決定した。BIMによる3Dモデル化は、この複雑な形状の部材重量を詳細に算出することを可能とし、部材運搬および、揚重計画の検証にも活用することができた。

部材製作や架設計画上の課題を解決するにあたり、実物大のモックアップを製作し検証も行っている(写真-7)。このモックアップでは、仕上げ・補修方法の確認、塗装の方法や色の選定まで実施することにより、施工上や仕上がり上の課題解決に役立てることができた(写真-8)。本建物は、PCaだからこそ実現できた架構(部材)形状であったと考えている。



写真-6 3Dプリンターによる部材形状の検討



写真-7 モックアップによる部材形状の確認



写真-8 モックアップによる塗装仕上げの検証

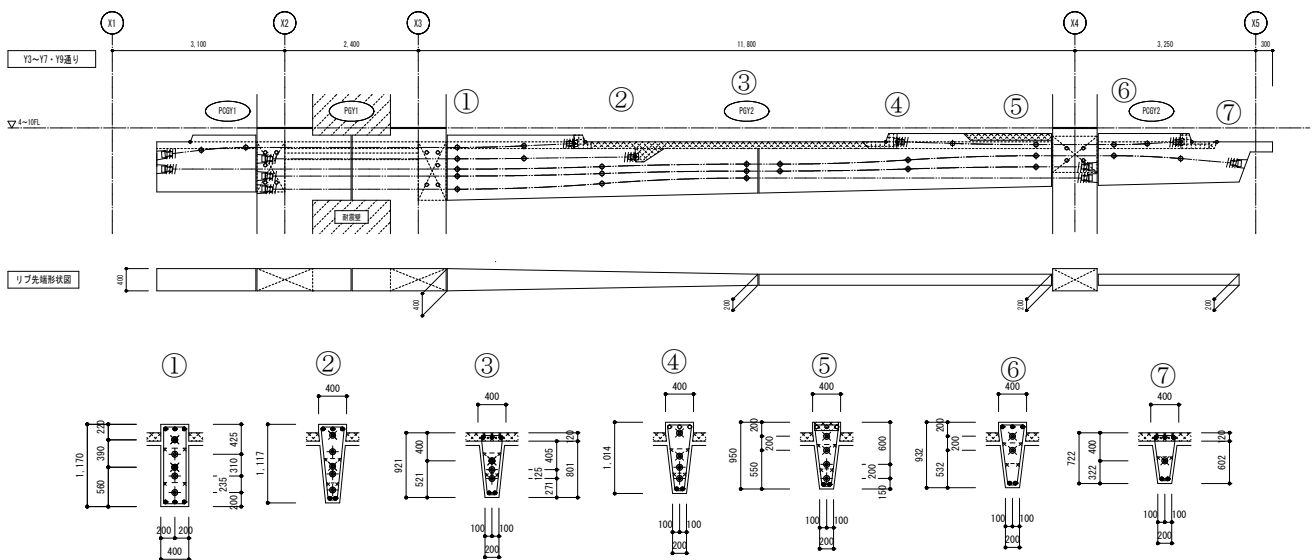


図-11 主要構造大梁の断面形状

5.2 PCa部材の品質確保

本工事では、外装材を支持するためにキャンチ梁先端のコンクリート打設面にCT型鋼を打ち込む設計をしている（図-12）。ここで、重量のある外装材は、CT型鋼を介してPCaキャンチ梁で支持することとなり、CT型鋼フランジ下にコンクリートが密実に充填されていることが重要となる。

CT型鋼打ち込み部は、コンクリートの厚みが180mmと薄く、打設スペースも限られ、さらに、鉄筋が密に配筋されていることから、コンクリートが適切に充填されるかどうかは課題であった。また、打ち込まれるCT型鋼フランジ下にコンクリートが密実に充填されたかどうかを目視にて確認ができないことも大きな課題であった。

そこで、まず、部材の納まりを3Dモデル化することで検証を行った（図-13）。それに加えて、別途、模擬用の試験体を製作し、コンクリートの充填率を確認した。その充填率は、90%以上を目標とした。ここで、充填率90%とは、フランジ面積に対する気泡を削除した面積比である。

コンクリートの打設方法は、図-14に示す3ステップに分ける方法とした。①コンクリートをフランジ下10mm程度までパイプレーターを使用し打設する。②パイプレーターで巻き込まれたコンクリート内のエアが上がりきる10分程度経過した後、CT型鋼まわりに盛り上げるようにコンクリートを追加打設する。③コンクリートを押し込むように打設する。この方法に基づく打設試験の結果では、充填率90%を超えることが確認できた（図-15）。この結果を踏まえ、図-14の打設手順で、実際の部材製作を行うこととした。

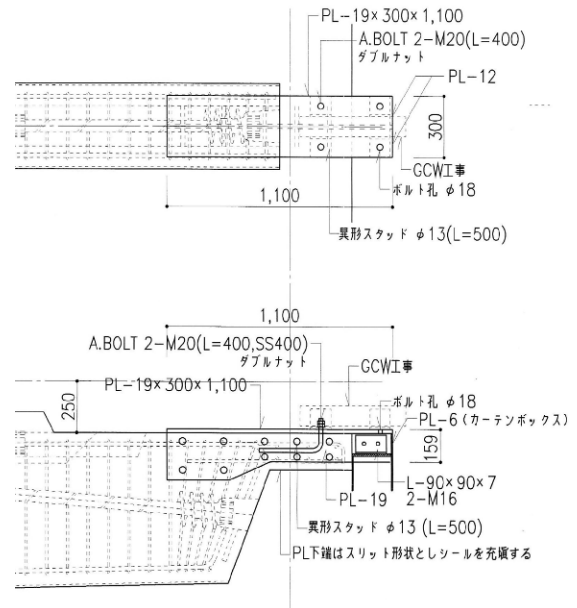


図-12 CT型鋼の設計図

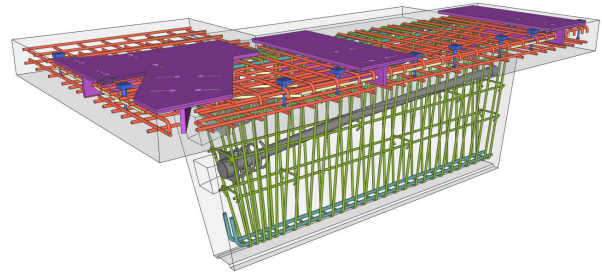
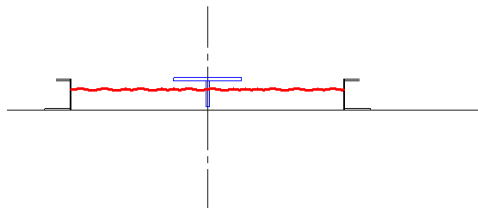
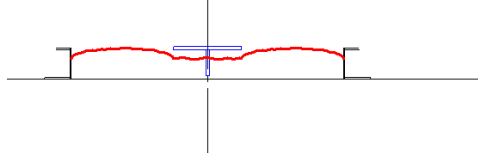


図-13 CT型鋼部分の納まり検討

①コンクリートをフランジ下10mm程度まで打設を行う。



②10分程度経過した後、CT鋼の周りに盛り上げるようにコンクリートを打設する。



③パイプレーターはフランジ下に差し込まないでコンクリートを押し込むように打設

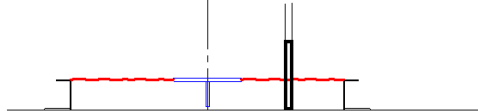
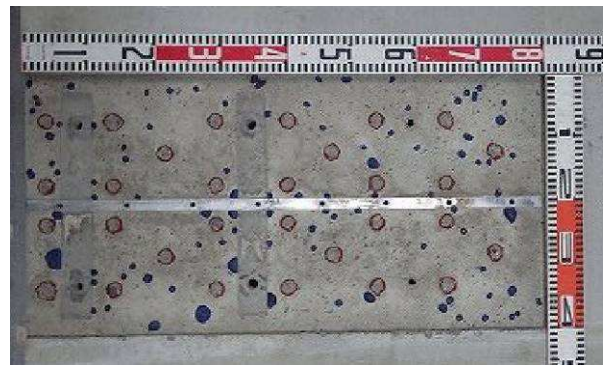


図-14 CT型鋼下のコンクリート打設手順



- エアだまり形状が円弧内に納まるように円を作図
- 結果：充填率 95.4%

図-15 コンクリート打設試験結果

5.3 PCa部材の施工概要

本PCa工事の施工手順は以下の要領で行った。

- ① PCaRC柱の架設後、柱脚目地のモルタル打設
- ② PCaPC大梁の架設後、梁目地のモルタル打設
- ③ 目地および母材のプレ導入時強度(36, 48N/mm²以上)確認後、X2-X4間とY1-Y9間を2次緊張
- ④ PCaキャンチ梁架設後、梁目地のモルタル打設
- ⑤ PCa床版、デッキ敷設、スラブ配筋の施工、およびトップコンクリートの打設
- ⑥ 目地、母材およびトップコンクリートのプレ導入時強度(36, 48, 30N/mm²以上)確認後、X1-X5間とY1-Y10間を3次緊張

本建物の施工では、外装カーテンウォールも含めた製作および架設精度を厳しい水準で管理した。その基となる基準墨の精度向上を目的とし、基準墨だし要領図をPCa工事の範疇で作成提案した。これは、通常、元請工事として行われるのが一般的であるが、PCa架設工事全体としての精度向上を目的として取り組んだ。また、架設精度を向上させるための基準

値も設定している。具体的には、架設管理目標値および製品+架設の管理値を設定して施工を行った(表-2)。架設時の部材の位置、傾き、レベルに関しては、各階ごとに施工誤差を累積させないように調整し、誤差が最小となるように配慮した。

部材の製作精度向上を目的として基準値を設定している。特に、先付部品位置は、通常±10mmのところ、±5mmと厳しく管理した。写真-9、10にPCa部材の架設状況を示す。

表-2 建方検査項目

測定場所	測定機器	架設管理目標値	許容値(製品+架設)
基準芯からの柱の出入り	スチールテープ 差し金	±5mm	±10mm
柱の傾き	下げ振り トランシット	±5mm	±10mm
部材高さ 階高	スチールテープ レベル	±5mm	±10mm



写真-9 PCa部材搬入、吊り上げおよび架設状況



写真-10 PCa部材の架設完了状況

6. おわりに

本プロジェクトは設計段階から、NIPPO関係者の方々と多くの議論を交わすことで、立地特性を活かした架構計画、都市に向けて変化に富んだ新規性のあるファサードが生まれたものと信じている。

最後に、本建物の設計の機会を与えてくださったNIPPOの皆様、難易度の高い設計に拘りを持って施工してくださったNIPPO・大日本土木JV、オリエンタル白石、AGCの皆様、本プロジェクトの多くの関係者の皆様に感謝申し上げます。