

清水建設新本社



中川 健太郎
清水建設



島崎 大
同

1 はじめに

東京・京橋は、明治から大正、昭和へと続く激動の時代に、当社が約90年間、本社を構えていた場所である。創業100年にあたる1903（明治36）年、四代店主・清水満之助の時代に、日本橋本石町から京橋に本店を移転した。以後、1991（平成3）年に港区芝浦へ本社を移転したが、この度21年ぶりにこの地に戻る。

当社は非常時の事業継続機能（BCP）を確保した上で平常時の節電・省エネ、つまりecoを実現する「ecoBCP」というコンセプトを今の時代に求められる基本機能として提唱しており、新本社はこれを具現化した最新モデルである。



図1 建物外観

2 プロジェクト概要

建物の建設は、東京都で14番目の都市再生特別地区の認定を受けてスタートした。

輻射空調・タスクアンドアンビエント照明など最新の設備を導入し、建物からの年間CO₂排出量を50%以上削減すること（2005年東京都内事務所ビル平均比）を目標として設計をスタートし、運用初年度は目標値を超えるカーボン▲62%を予定している。その後更なる環境技術の最適制御を進め、2015年には▲70%、そして排出権プロジェクトで創出するCO₂クレジットにより、カーボン・ゼロを実現する計画である。

更に、RC免震構造として大地震後にも本社機能を維持するばかりでなく、建物に地域を守る防災拠点としての機能を持たせ、災害発生時には中央区と連携して帰宅困難者を支援する地域防災センターとなるよう計画した。震災対策の拠点となるべく備蓄品を含め災害に対する備えを充実させている。

所在地：東京都中央区京橋2-16-1
 建築主：清水建設株式会社
 設計：清水建設株式会社一級建築士事務所
 施工：清水建設株式会社
 敷地面積：2,728m²
 建築面積：2,170m²
 延床面積：51,356m²
 最高高さ：106m
 階数：地下3階 地上22階 塔屋1階
 構造：鉄筋コンクリート造
 （一部鉄骨造 免震構造）
 工期：2009年4月～2012年5月
 CASBEE Sランク／LEED ゴールド認証

3 建築計画

高さ100mを超す超高層オフィスにRC免震構造を採用した。免震構造に外壁のPC（プレキャストコンクリート）フレームと中心部のRCコアウォールを組合せることにより、地域の防災拠点として大地震後も建物の機能が維持できる優れた耐震性能を備えるとともに、基準階執務スペースに柱型の一切出ない空間（＝コラムレスオフィス）を実現して、窓廻りの有効活用スペースを向上させた（図2）。

建物の外周を覆うフレームはアルミキャスト（アルミの鋳物）の中にコンクリートを打設して一体化した3.2m×4.2mのPCパネルを工場製作し、現場で石垣のように組み上げた構造体である。外観のアルミキャストのザラリとした肌、どんよりとゆらぐ表面、地層のように積層する風合いなどは、アルミが液体から固体に変わる瞬間に現れるものであり、新しさの中に品格があり、落ち着いていてそこにずっとあるイメージが表現されると同時に高い耐久性・メンテナンス性を実現する。

また、奥行約90cmの彫りの深いPCは窓ガラスに深い陰影を落とし、外部負荷を50%削減する効果がある。開口部の一部には太陽光パネルが約2,000m²組み込まれており、この太陽光パネルの発電でオフィスの昼間の照明エネルギーを賄う計画である。

4 構造計画

4.1 上部架構

建築物の平面形は、短辺34.2m×長辺63mの整形な平面形状であり、基準階は中央コア部を囲うように配置されたコアウォールを芯とし、外周のPCフレームを殻として、建物を内と外から支える計画である（図3・図4）。

建物の外周に配置された鉄筋コンクリート架構は構造体と外装材の機能を一体化したPCフレームにより形成されている。通常、構造体PCは柱部材・

梁部材に分割されて計画されるが、本建物では窓ガラス・太陽光パネルを囲んだ3.2m×4.2mの田の字型のパネル形状とした。これは、窓ガラス・太陽光パネルをガasket・サッシによりPCに固定し、PCそのものはモノコックなアルミキャストにて覆うことにより、構造性能の確保と同時に外装材としての耐久性向上を目指した結果である。このPCパネルを基準階で58枚、建物全体で1426枚配置して外周フレームを構成している。

構造上はこのPCパネルの中央がフルPC柱であり、その両側がハーフPCである。ハーフPC部分は現場打ちコンクリートにて隣接するパネルを一体化する構造柱となり、PC建方完了時にはフルPC柱とハーフPC柱とが1.6m間隔で並ぶ架構が出来上がる。コンクリート強度は $F_c = 80 \sim 48 \text{ N/mm}^2$ とし、柱・梁主筋は全てSD490としD19～D35を用いている。

中央部のコアウォールは地下1階～21階までのエレベータ・階段室・設備シャフト等を囲むように厚さ700mmの鉄筋コンクリート造の壁を日の字型に配置されており、建物の「芯棒」として地震時の水平せん断力の約7～8割を負担し、建物全体に十分

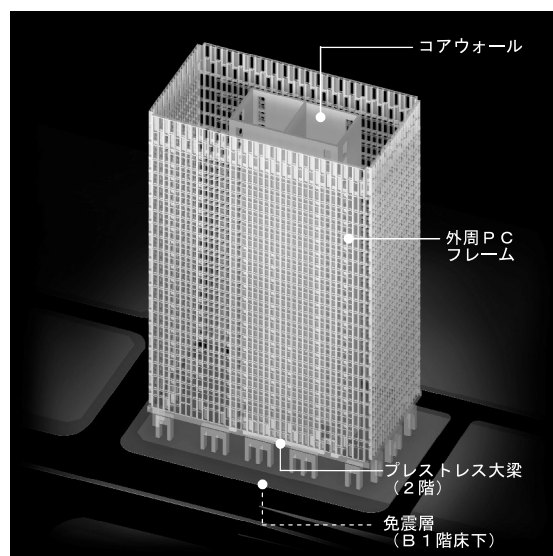


図3 構造アクソメ

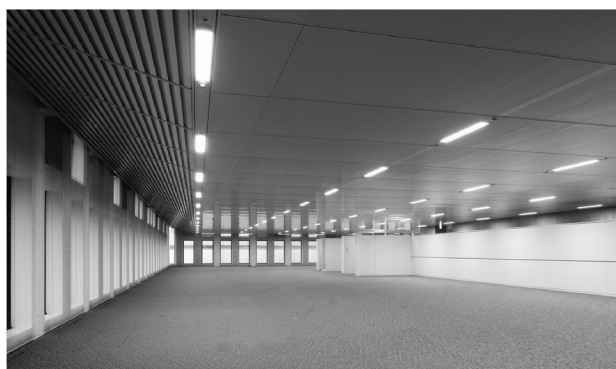


図2 基準階コラムレスオフィス

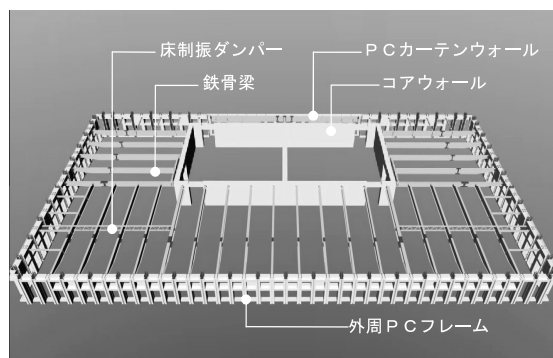


図4 基準階架構イメージ

外壁のPCフレームは2階床レベルにてプレストレスを導入した大梁により一旦支えられたのち、1階ピロティ部分で集約された柱へ荷重が流れ、さらに地下1階床下に配置される免震装置へと荷重が集約されていく。

免震装置には2次形状係数 $S_2=5$ タイプの鉛プラグ入り積層ゴム支承および天然ゴム系積層ゴム支承を計42台採用した。一般部は丸型の積層ゴム支承としたが、建物正面の昭和通り側には隣地境界に接



長期の平均面圧は13.8N/mm²であり、極めて稀に発生する地震時の等価剛性による1次固有周期は約5.4秒である。さらに、オイルダンパーをX方向6台・Y方向に4台配置し、実施設計当時に対策の必要性がうたわれるようになってきた長周期地震動にも対応できる十分な減衰性能を持たせている。なお、免震クリアランスは600mmとしている。

基礎はT.P.-21m以深のシルト質細砂層（江戸川層）を支持層としたマットスラブ直接基礎として計画した。地盤の長期許容支持力は平板載荷試験結果から800kN/m²とした。

設計用入力地震動は、告示波3波・観測波3波・サイト波とし、想定以上の地震動に対する更なる安全性を確保するため、余裕度検討レベルとして告示



13

波の1.5倍の入力を想定し、これに対しても上部架構の層間変形が1/200以下であり、かつ免震層水平変位が免震クリアランス（600mm）以下となることを確認した。

地震応答解析に用いた解析モデルは地下3階基礎位置を固定とした27質点系の曲げせん断型のバネーマスモデルとし、免震層には免震装置のスウェー・ロッキングバネを考慮している。

振動系の内部減衰は、免震層上部構造と下部構造の各々の1次固有周期に対する初期剛性比例型として与え、免震層上下とも減衰定数2%とした。

これと並行して立体骨組弾塑性モデルを用いた応答解析も実施し、質点系モデルの地震応答の妥当性を確認するほか、振れ応答・45°方向入力に対する検討を行った。

上部建物はコアが東面に寄っている影響で偏心が生じるが、積層ゴム・鉛プラグの剛性を調整することで、免震層位置での偏心がほぼ無くなるよう計画されている。この結果、建物の1次モードはX・Y方向とも免震層の並進モードであり、1次固有周期はレベル2地震動時にX方向：5.2秒、Y方向：5.4秒、レベル1地震動時にX方向：4.7秒、Y方向：4.8秒である。なお、免震層固定時の上部建物の1次固有周期はX方向：1.3秒、Y方向：1.8秒であり、

表1 耐震性能目標

地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
定義	建物の供用期間中に数回経験する可能性のある地震動	建物の供用期間中に経験する可能性のある最大級の地震動
	再現期間50年程度	再現期間500年程度
採用する地震動	- 平12建告第1461号に定める「稀に発生する地震動」3波（告示波） - 過去に観測された標準的な地震動を0.25m/sに基準化した地震動（観測波）3波 El Centro/Taft/Hachinohe	- 平12建告第1461号に定める「極めて稀に発生する地震動」3波（告示波） - 過去に観測された標準的な地震動を0.50m/sに基準化した地震動（観測波）3波 El Centro/Taft/Hachinohe - 当該建設地で想定される地震動（サイト波）
建物の状態	機能維持	機能維持
層間変形角	1/500以下	1/300以下
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 基礎構造	同上	同上
免震装置	安定変形以下 積層ゴムに引張りが生じない（上下動と水平動の同時入力にて検証）	安定変形以下 積層ゴムの引張り：1N/mm ² 以下（上下動と水平動の同時入力にて検証）

コアウォールにより上部架構に高い剛性が付与されていることが分かる。

図7にレベル2地震動に対する応答解析結果を示す。コアウォール+外周PCフレームによる高剛性の上部構造が超高層ながら剛体的挙動を示すため、各階の応答加速度は免震層直上階から最上階までほとんど変化がなく、高い免震効果が得られることが確認できる。レベル2地震動を包絡するように決定した設計用層せん断力は免震層で0.075である。

レベル2地震時には、免震層では地震入力エネルギーの概ね75%を鉛プラグの塑性ひずみエネルギーにて、約20%をオイルダンパーの減衰力によるエネルギーにて吸収する計画である。

6 おわりに

次世代に相応しい省エネと快適性を両立し、地球環境に配慮した災害に強い建物を実現すべくスタートした本プロジェクトは、途中東日本大震災による資材調達難などに遭遇しながらも2012年5月に無事竣工した。ここに改めて、関係者の方々に感謝申し上げます。

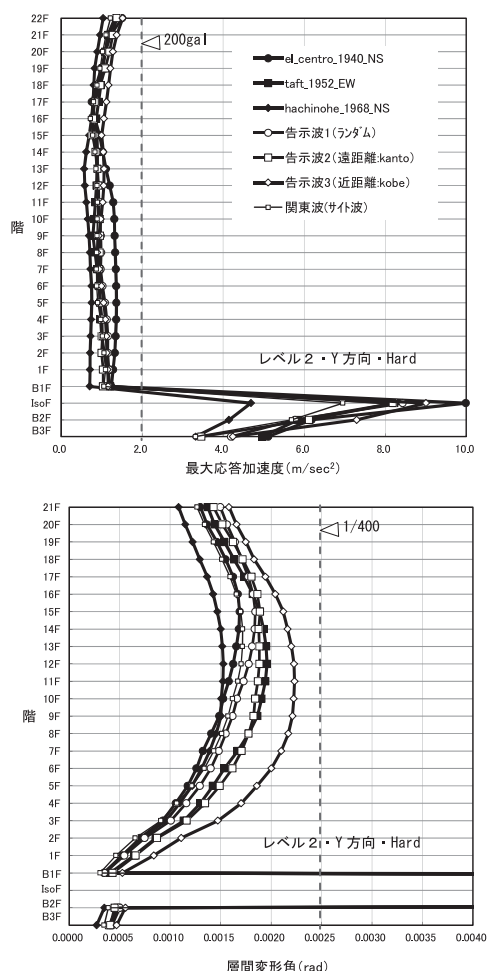


図7 レベル2地震動に対する応答解析結果