

渋谷区役所新庁舎



中尾 彰宏
日本設計



佐藤 慶太
同



小早川 拓
同

1 はじめに

本計画は、渋谷区の新しい時代を発信する「防災」「生活文化」「緑・環境」の拠点となる「新総合庁舎・新公会堂」を実現させるため、民間活力を利用した建替え計画である。定期借地権付き分譲住宅として計画された高層住宅棟による権利金を用いて、新庁舎・公会堂の建設費を賄う事業スキームであり、三井不動産、三井不動産レジデンシャルと日本設計が三社共同で、事業者選定プロポーザルにより平成25年に選定された。本稿では、このうち免震構造とした渋谷区役所新庁舎の構造計画について紹介する。

新庁舎は、大地震後においても建物被害をほぼ無損傷な状態に抑え、建物機能を損なわずに継続利用ができる防災拠点施設とするため免震構造を採用している。敷地全体に緩やかな起伏があり、隣接敷地や周辺建物へのアクセスを円滑にすることや、住宅棟との敷地境界が建物と切迫していることから、免震層を3階床下に設けた中間層免震構造として計画した。新庁舎と新公会堂は、地下で接続しており、エキスパンション・ジョイントを介して独立構造となっている。また、新公会堂の地下では、既存の都市計画駐車場と接続している。



図1 全体パース（庁舎、公会堂、住宅）

2 建物概要

所在地：渋谷区宇田川町1-1

設計監理：株式会社日本設計

施工：東急建設株式会社

敷地面積：7,855.30m²（庁舎・公会堂全体）

建築面積：2,232.45m²（庁舎）

延床面積：31,930.36m²（庁舎）

階数：地上15階、地下2階、塔屋2階
（免震層3階床下）

最高高さ：70.46m

構造種別：鉄骨造 一部、鉄骨鉄筋コンクリート造

架構形式：地上；純ラーメン構造

：地下；耐震壁付きラーメン構造

免震装置：鉛プラグ入り積層ゴム、オイルダンパー

基礎形式：場所打ちコンクリート杭

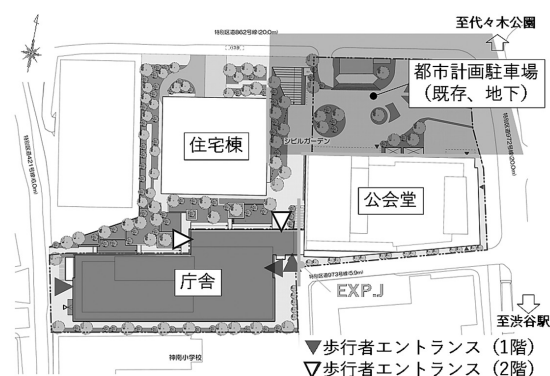


図2 建物配置図

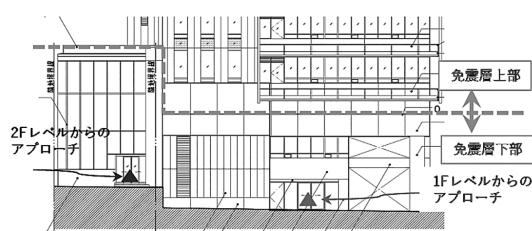


図3 地表面レベルとエントランスの関係（西側立面図）

3 構造計画概要

1) 免震層上部構造

主な用途は庁舎・事務室であり、長辺架構は7.2m×10スパン、短辺架構は8.0m、13.85mの2スパンで構成される。基準階は、執務空間とコア境界部に設備の展開スペースを確保することで階高3.95mに対して、天井高2.90m（梁下一部2.60m, 2.40m）を実現させている。また、本施設の核となる13階の議場は、2層分の吹抜け空間となっている。

柱は冷間成形角形鋼管（□-600~800、325,385N/mm²級鋼）によるCFT柱（3~12階）とした。また、外周部の梁の剛性バランスを調整（ロングスパン梁H-900~隅部梁H-400）することにより、長期軸力が小さく、変動軸力が大きい隅部の免震部材への過度な引抜き力が発生しない架構計画とした。

2) 免震層下部構造

中間層免震構造であり、免震層直下は応答加速度が大きく増幅されるため、十分な剛性および耐力を確保できる鉄骨鉄筋コンクリート構造とした。北側エントランス吹抜け空間では、エスカレーターや高天井の脱落を防ぐよう十分な配慮をしている。

鉄骨建方の工夫として、免震層下部と免震層上部を並行して建方する2段打ち施工を採用することにより、全8節ある鉄骨を約8.5ヶ月という短工期で精度よく建方を完了することができた。



図6 基準階 執務スペース*

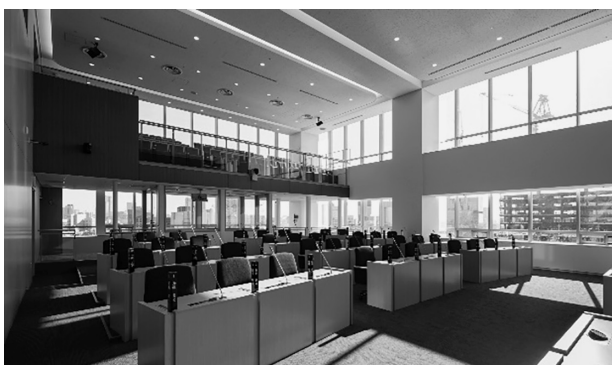


図7 13階の議場*

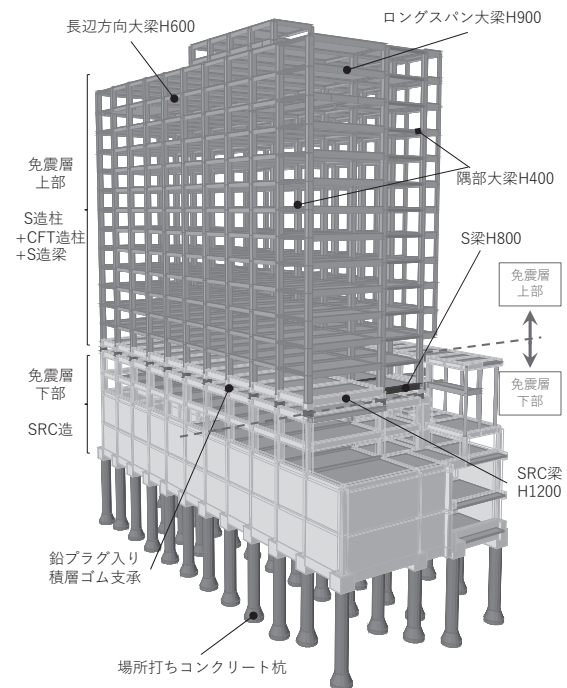


図4 構造計画概要

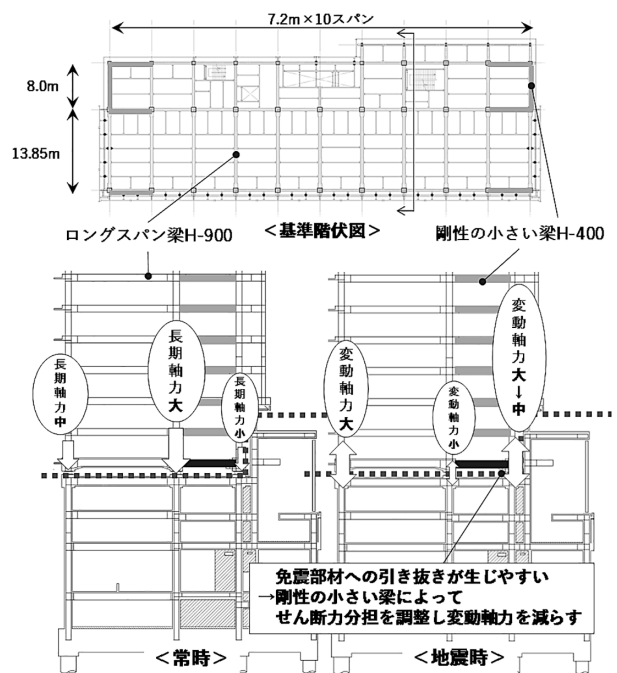


図5 引抜き力に対する架構計画

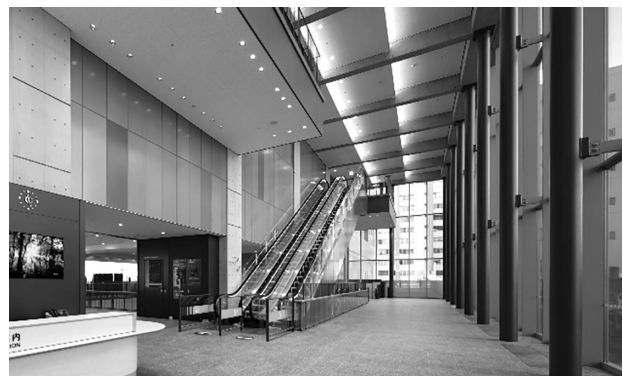


図8 北側エントランス吹抜空間（1階から3階ホールを臨む）*

3) 免震層

地震による揺れを効果的に低減させるためには、十分な長周期化を図ることが必要となる。一方で、上部構造が鉄骨造であり、比較的軽量かつ受風面積が広いため、風に対する揺れに抵抗できる免震層の剛性およびダンパー量を確保する必要がある。

これらの条件を考慮し、支承は全て鉛プラグ挿入型積層ゴム（ $\phi 950$ 、 $\phi 1,000$ 、以下LRB）とし免震層上部全重量の約3.4%に相当するせん断耐力を履歴系ダンパーで確保する方針とした。更に、減衰特性の冗長性を高め、免震層クリアランス量を抑制するため、粘性系オイルダンパーを併用している。免震部材のせん断歪 $\gamma=200\%$ 時の建物一次固有周期を約4.3秒と長周期化するとともに、風揺れに対してランクBを確保している。

3階北側ホールに設置したエキスパンション目地および設備配管等は、免震層変位による設計クリアランスとして500mmを確保している。なお、水平クリアランスの不確定性（施工誤差、乾燥収縮、熱伸縮、残留変位等）として50mm考慮するものとし、最小クリアランス450mmとして設定した。

免震基礎のコンクリート充填性については、全体で95%以上かつ1/4の部分毎で85%以上という基準を設け、施工試験を行って密実な充填を確認した。

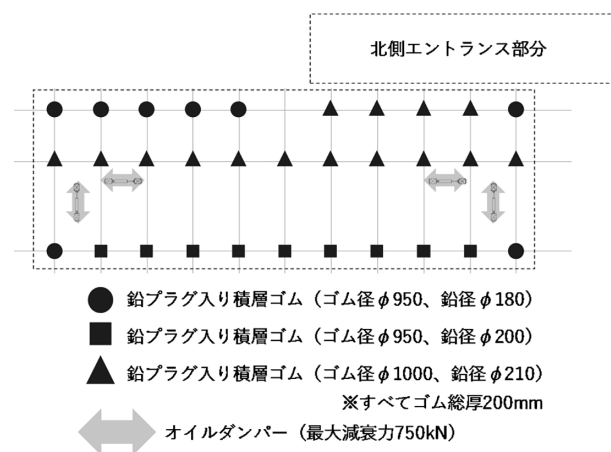


図9 免震装置配置図

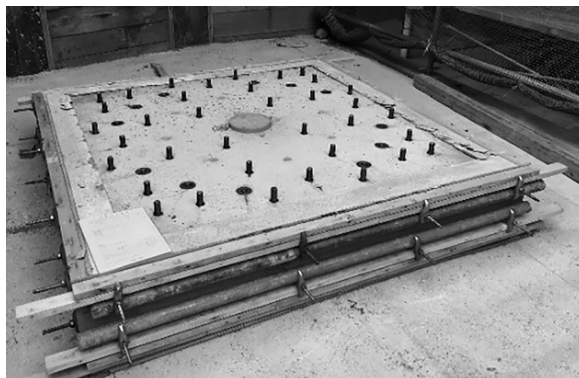


図10 免震部材基礎コンクリート（充填性確認試験の状況）

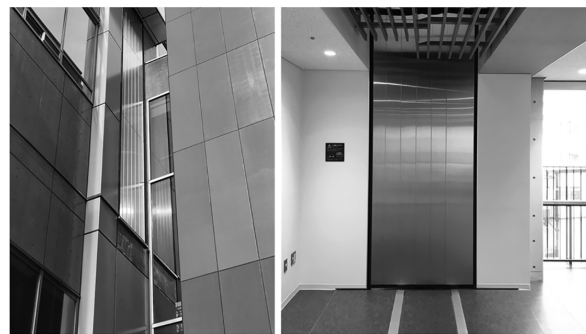


図11 北側エントランスとのEXP.J

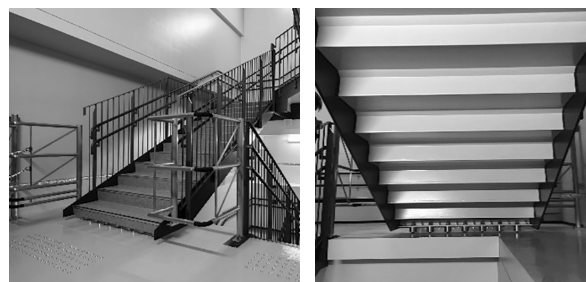


図12 免震層を貫通する階段（階段前面※、ささら可動部）

4) 外装計画

外装デザインは、北側がECP、南側はPCa C.W.+アルミサッシュとなっている。PCa C.W.は、ファスナー形式による一般的な乾式工法ではなく、最終的には床スラブのコンクリートと一体化させており、建物挙動による外装材の変形追随性やディテールを詳細に確認した上で、施工している。

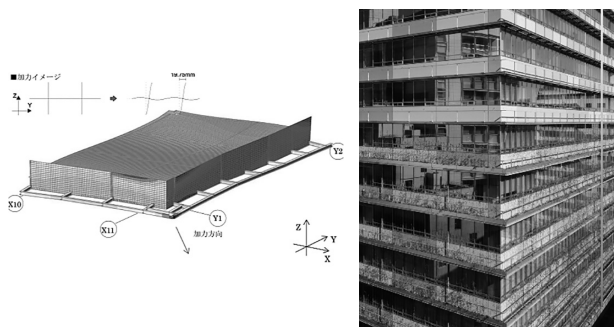


図13 PCa C.W.による外装（FEM解析図・外装写真※）

5) 基礎構造

旧庁舎の構造体と干渉する箇所は、全周回転式オールケーシング工法、一般部はアースドリル工法による現場造成杭による杭基礎とし、既存杭の杭先端レベル以深で杭を拡底させている。また既存構造体が残置される範囲では、山留めとして再利用して、内側に外周壁がおさまるように配慮した。敷地境界線と切迫している杭については、建物側に杭位置を偏心させており、付加応力の影響を適切に考慮した設計を行っている。

5 時刻歴応答解析概要

1) 耐震設計クライテリア・設計用入力地震動

本建物の耐震設計クライテリアを表1に示す。

設計用入力地震動は、標準観測波3波と告示波3波および建築基準整備促進事業で策定された設計用長周期地震動KA1（以下、基整促波）とした。

また余裕度検討用地震動として、1.25倍した告示波3波、計画地の地域性を考慮した大正型関東地震および都心西部直下地震を対象として、極めて稀に発生する地震動を超えるレベルの地震動に対しても安全性の確認を行っている。防災拠点となる公共の建物であることから、全体的なバランスを考慮の上、一般に求められる安全性レベルよりも高い性能設定としている。

表1 耐震設計クライテリア

	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動	余裕度検証用地震動
上部構造	短期許容応力度以下 層間変形角1/300以下	短期許容応力度以下 層間変形角1/200以下	層間変形角1/150以下
免震層	せん断ひずみ100% (200mm)以下 基準面圧の2倍以下 引張力が生じない	性能保証変形以下 せん断ひずみ200% (400mm)以下 圧縮限界強度以下 限界引張強度以下	性能保証変形以下
クリアランス	水平500mm（最小クリアランス450mm） 鉛直50mm		
下部構造	短期許容応力度以下 層間変形角1/300以下	短期許容応力度以下 層間変形角1/200以下	層間変形角1/150以下

2) 解析モデル

振動解析モデルは、B2階床を固定とし、各階を1質点に集約した20質点によるねじれ変形を考慮した曲げせん断棒モデルとした。免震層において、各免震部材の復元力特性を取付け位置でモデル化してねじれ変形を考慮し、地震動はB2階床の直下に入力させた。内部粘性減衰は剛性比例型とし、免震層上部構造（S造）は免震層固定時の1次モードに対して $h=1\%$ 、免震層下部構造（SRC造）は下部構造のみの1次モードに対して $h=2\%$ とした。

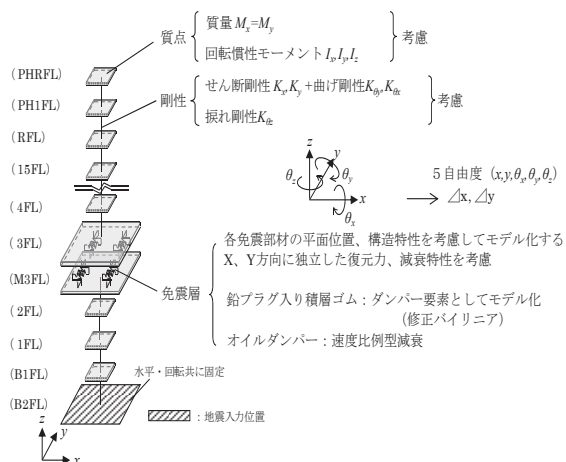


図14 振動解析モデル

3) 時刻歴応答解析結果

解析結果の一例として、極めて稀に発生する地震動に対する短辺方向の応答結果を図15に示す。

ばらつきを考慮した解析結果より、極めて稀に発生する地震動に対する免震層の変形は29cm程度、余裕度検討用地震動に対しては43cm程度（告示波（神戸位相） $\times 1.25$ ）であり、設計クライテリアを満たすことを確認している。

免震部材は、長時間地震動による繰り返し変形を受けると温度上昇により特性変化を引き起こすことが知られている。

温度上昇による影響は、継続時間が長く、長周期成分を多く含む告示波（八戸位相）の場合で最大（エネルギー等価速度 $V_E=220\text{cm/s}$ 程度）となった。温度上昇を考慮すると応答変位が最大で2割程度増幅したが、設計クライテリアを満足することを確認した。

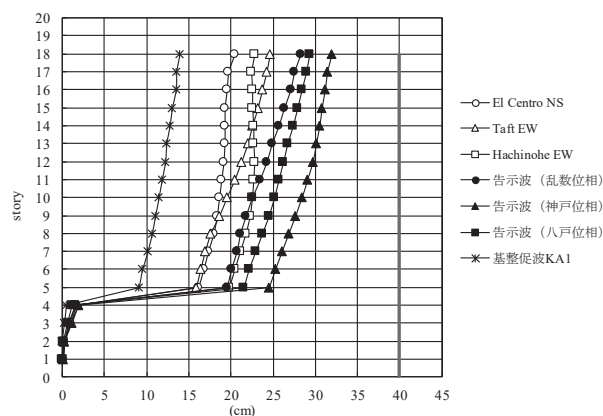


図15 時刻歴応答解析結果（応答変位）
（極めて稀に発生する地震動、短辺方向、標準状態）



図16 オイルダンパーの再設置状況*

6 おわりに

2015年11月から旧庁舎・公会堂の解体が始まり、2016年9月より新庁舎・公会堂の新築工事が着工、2019年1月15日に新庁舎が予定通りオープンした。

竣工3ヶ月前の2018年10月、オイルダンパー性能値改ざんの事実が公表され、開庁時期が危ぶまれた。その中で、関係者が一丸となって協力し合い、ダンパーを取外し、再試験・調整を行った上で再取付けを迅速かつ無事に完了させることができた。

渋谷区のご担当者様をはじめ、本プロジェクト関係者の皆様はこの場を借りて感謝申し上げます。

（※写真撮影：株式会社エスエス）