

(仮称)南麻布四丁目計画



澤田 勝
竹中工務店



太田 博章
同



池上 豊
同

1 はじめに

本建物は、「緑豊かな周辺環境と調和した計画」、「南側の大使館の庭を借景とした空間」、「雁行配置による変化に富んだファサード」をコンセプトとしている。敷地条件、建物形状ともに複雑な形態の中で、内部空間の建築計画の自由度と外部への高い開放感を確保しながら、高い耐震性を確保するために、免震構造を採用している。

2 建築概要

建物概要を以下に、建物パースを図1に示す。

建築地：東京都港区南麻布4丁目10番地10

建築主：株式会社シンプレクス・インベストメント・アドバイザーズ

建物用途：共同住宅（賃貸）

建物規模：地下2階、地上5階

建築面積：1,153.13m²

延床面積：5,144.89m²

建物高さ：14.94m

軒 高：14.32m

階 高：3.05m～3.21m

構造種別：鉄筋コンクリート造

構造形式：壁式構造

基礎形式：杭基礎（場所打ちコンクリート杭）

設計監理：株式会社 竹中工務店

施工：株式会社 竹中工務店



図1 建物パース

3 構造計画概要

本建物は、地上5階の共同住宅で、X、Y両方向とも、壁式構造としている。高い天井高を確保するために住戸内には極力壁梁を設けずに、耐力壁とフラットスラブとで構成されたフラットプレート架構とした。戸境壁及び外壁を有効に利用し、住戸内の耐力壁を最小限とし、プランの自由度を向上させている。また、敷地内に高低差があるため、構造上は地上6階建てとなり、壁式構造の仕様規定の適用範囲外となる等、通常の壁式構造とは異なることから、免震構造を採用して、その実現を図っている。

平面形状は、東西方向53.5m、南北方向32.0mで南側部分が雁行した形状となっている。断面形状は地上5階、地下2階で、3階から5階にかけてセットバックを有した形状となっている。階高は地下階が3.21m、1階が3.11m、2階が3.05m、3階が3.20m、4階、5階が3.15mとなっている。

形状的な特徴は、平面的に雁行し、断面的にもセットバックを有している事、1階に2層吹抜け部を有している事、屋根スラブに8.0×12.0mの比較的大スパンの、梁が無いスラブを有している事である。大スパンスラブについては変形制御の目的でプレスト

レスを導入している。

図2、図3に代表的な伏図、軸組図を示す。

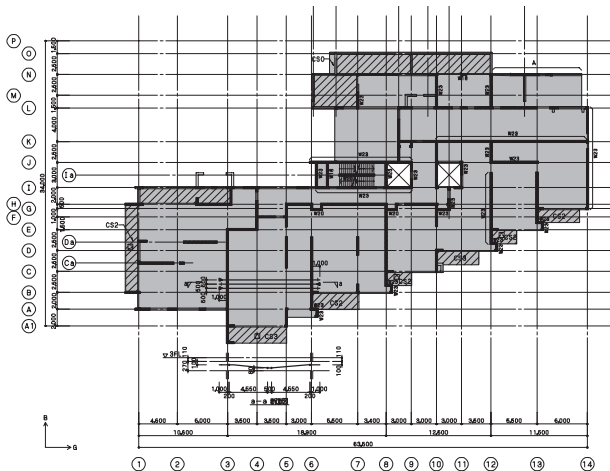


図2 3階床伏図

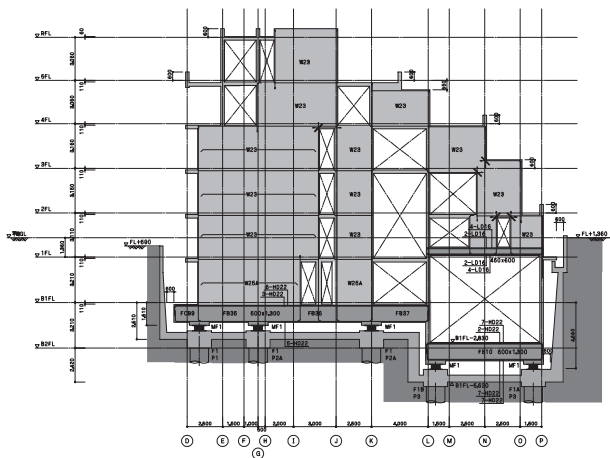


図3 12通り軸組図

上部構造の主要材料は、

コンクリート強度： $F_c = 27\text{N/mm}^2$

鉄筋：SD345 (D19～D25)

SD295A (D10～D16)

を用いており、また、主要な部材断面は、

スラブ厚： $t = 150 \sim 300\text{mm}$

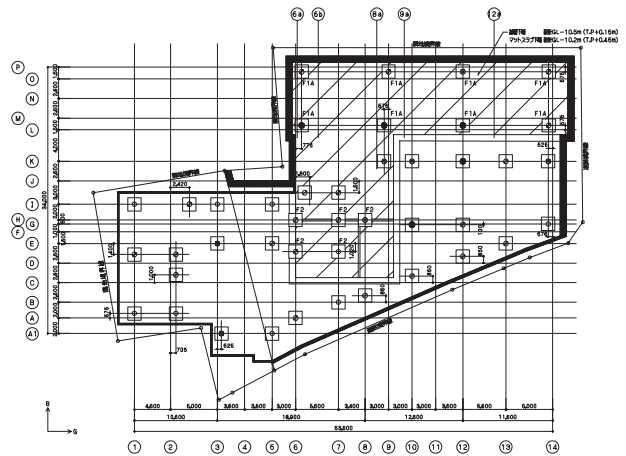
最下層梁： $b \times D = 400 \times 1300\text{mm}$

壁厚： $t = 180 \sim 250\text{mm}$

としている。

免震装置は各耐力壁下に鉛プラグ挿入型積層ゴム支承(株式会社ブリヂストン製 $600\phi \sim 750\phi$)42基を地下2階及び地下1階の床と基礎との間に設けており、建物と免震層外周の擁壁の間には、水平方向50cm、鉛直方向5cmのクリアランスを設けている。最下階床下には高さ1.8mの空間を設け、免震装置の点検用ピットとしている。

免震装置の配置を図4に示す。



名称	記号	径 (mm)	ゴム層総厚 (mm)	台数
LRB600	○	620	160.0	9
LRB650	⊙	670	159.6	21
LRB700	⊗	720	162.0	7
LRB750	●	770	158.4	5
計				42

図4 免震装置配置図

基礎底レベルは地下1階で約GL-7.2m、地下2階部分で約GL-10.5mであり、基礎はGL-20m付近のN値50以上の砂礫層を支持層とする軸径1300 ϕ の場所打ちコンクリート杭(アースドリル工法および拡底アースドリル工法：拡底径1800～2000 ϕ)を各免震装置直下に配置し、厚さ500mm～900mmのマットスラブで緊結した構造としている。

隣接する敷地及び周辺道路、又計画敷地内においても地盤のレベルに高低差があり、北側及び東側からの片土圧を受けることになる為、基礎はこれらに対しても安全であるように設計している。

4 構造設計概要

応力解析は、全体構造を、免震層を介して上部構造(地下2階床～5階屋根)と下部構造(免震層床～基礎)に分離し、それぞれの構成部材を線材および面要素としてモデル化し、立体架構弾性解析を行った。上部構造は、部分的な地下2階と地下1階より上部の架構から構成されるが、これらを一体化した解析モデルとした。また、下部構造・基礎構造については、基礎版(マットスラブ)に加え、建物外周の擁壁および杭一地盤系を一体化したモデルにより解析を行った。

解析モデルのイメージ図を図5、図6に示す。



図5 上部構造の全体解析モデルのイメージ図

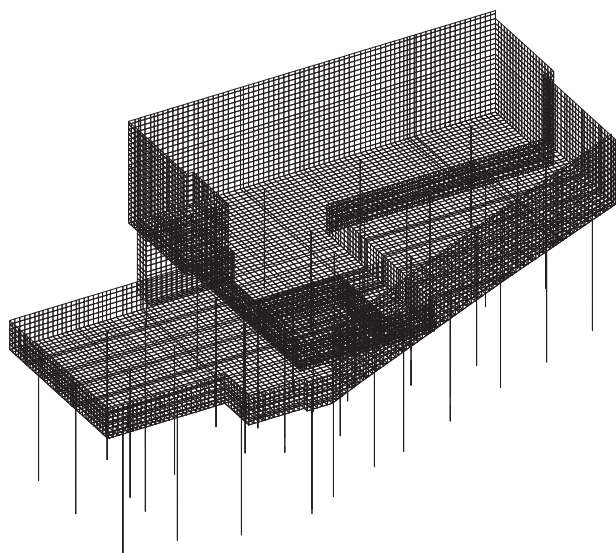


図6 下部構造の解析モデルのイメージ図

設計用地震荷重は、地震応答解析によって定めた。また、基礎の設計においては、地下震度を $K=0.3$ として検討した。

上部架構の設計は、レベル2地震動に対して短期許容応力度以内とした。フラットスラブの設計は、平板モデルによる有限要素法解析結果により行った。耐力壁の設計に用いる面内の応力は、当該部分の各要素の断面力の合計により求め、日本建築学会「壁式鉄筋コンクリート造計算規準・同解説」に準拠した。部分的に設けられた壁梁は線材として解析しているので、得られた応力を用いて、日本建築学会「壁式鉄筋コンクリート造計算規準・同解説」に準拠して断面設計をおこった。また、上下で壁が連続せず、直交する壁に支持させている個所について、局所的な応力に対しても断面検定を行い、安全性の確認を行った。

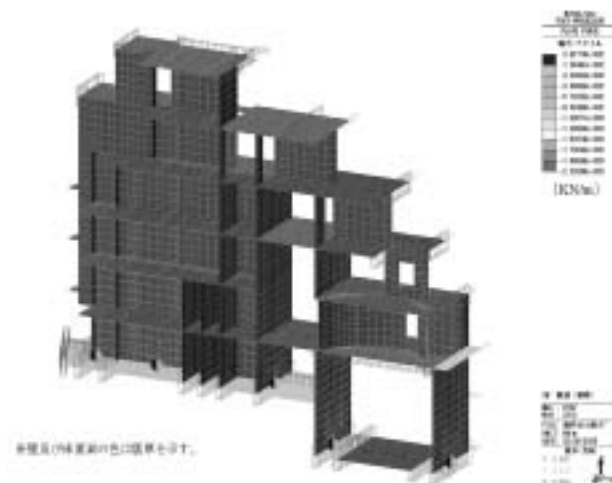


図7 局部応力検討用1スパン応力図の一例

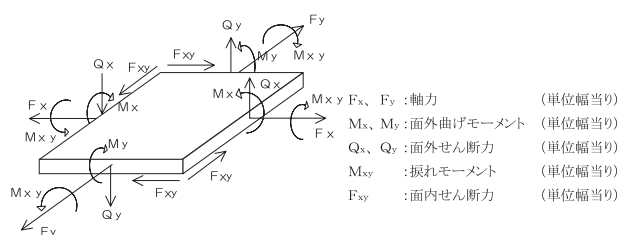


図8 検討に用いた要素応力

5 地震応答解析

水平方向の設計用地震動として、稀に発生する地震動6波、極めて稀に発生する地震動7波を用いた。告示スペクトル適合波3波は位相特性として、一様乱数、1995年兵庫県南部地震及び1993年釧路沖地震の観測波形を採用し、当該敷地の地盤を考慮して、稀に発生する地震動、極めて稀に発生する地震動としてそれぞれ作成した。地域特性模擬波は極めて稀に発生する地震動として1923年の南関東地震の断層モデルを考慮した関東波を作成した。また既往観測波からEL CENTRO 1940 NS, TAFT 1952 EW, HACHINOHE 1968 NSを選定し、稀に発生する地震動として最大速度25cm/s、極めて稀に発生する地震動として最大速度50cm/sの値で基準化した3波を採用した。

表1 設計用入力地震動

地震名称		対応最大加速度 (cm/s^2)		継続時間 (sec)
		稀地震動	極稀地震動	
告示波 (告示スペクトル適合波)	位相：ランダム	94.0	434.1	60 (極稀地震動は120.0)
	位相：神戸1995NS	85.5	470.7	120
	位相：釧路1993NS	84.0	443.4	120
サイト波 (断層模擬波)	関東地震	—	283.1	80
観測波	El Centro 1940NS	255.4	510.8	53.8
	Taft 1952EW	248.4	496.8	54.4
	Hachinohe 1968NS	165.1	330.1	36.0

建築物の振動系モデルは、免震層床位置を固定とした多質点等価せん断型モデルとした。上部架構の各層の剛性は、静的解析に基づき設定した等価せん断剛性を用いた。このとき、X,Y各方向毎に並進モデルでの静的解析をおこない、得られた層間変形角から、各方向毎のせん断剛性を算出して、水平動の地震応答解析に用いた。45度方向の影響はX、Y方向の解析結果を合成することで検討し、安全性を確認した。

表2 地震応答解析の目標値

部 位	最大応答の目標値	
	稀に発生する地震動 (レベル1)	極めて稀に発生する地震動 (レベル2)
上部構造	層間変形角 1/4000 以下、 かつ短期許容応力度以下	層間変形角 1/2000 以下、 かつ短期許容応力度以下
免 震 層	安定変形範囲内 かつ免震装置に引張が生じない	性能保証変形範囲内 かつ免震装置に引張降伏が生じない
基礎構造	短期許容応力度以下	基礎版・擁壁：短期許容応力度以下 杭：終局強度以下

安定変形：面圧によって定まる限界変形の50%の変形
性能保証変形：面圧によって定まる限界変形の75%の変形
限界変形：面圧によって定まる限界変形

また、免震層のねじれ振動の影響を検討するために、ねじれ検討用振動解析モデルを用いた地震応答解析を行った。解析モデルは、上部構造、免震層とも水平2方向(X・Y方向)と回転1方向(θ 方向)の自由度を考慮する。免震装置は、各座標位置で各免震装置に応じた復元力特性を設定した。

入力地震動は、一方向並進モデルにおける検討で応答が卓越した告示波(神戸位相)を採用し、入力レベルはレベル2とした。上部架構の剛性は、X、Y水平方向については、並進モデルによる静的解析結果をもとに算出した値を用い、ねじれ剛性は立体解析モデルをもとに算出した値を用いた。

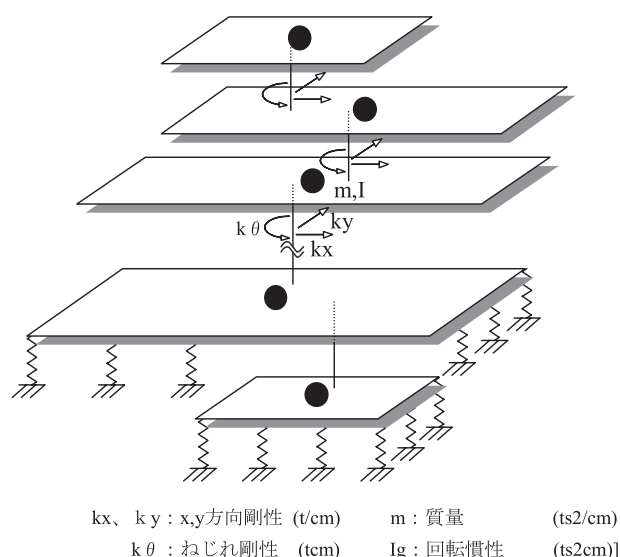


図9 ねじれ応答解析モデル

また、免震材料のばらつき、上部架構の剛性低下を考慮した解析をおこない、上部架構の応力が短期許容応力度以内であることを確認した。上下動と水平動の同時性を考慮するため、上部構造の総質量の1.3倍に相当する荷重による軸力と水平動による圧縮力を加算、および上部構造の総質量の0.7倍に相当する荷重と水平動による引張力を加算して免震材料の面圧の検討を行い、安全性を確認した。さらに、免震材料のばらつき、免震層のねじれ、上下方向地震動を考慮して45度方向地震時の検討を行った場合でも、免震材料の変形は、面圧を考慮した性能保証変形範囲内となっていることを確認した。

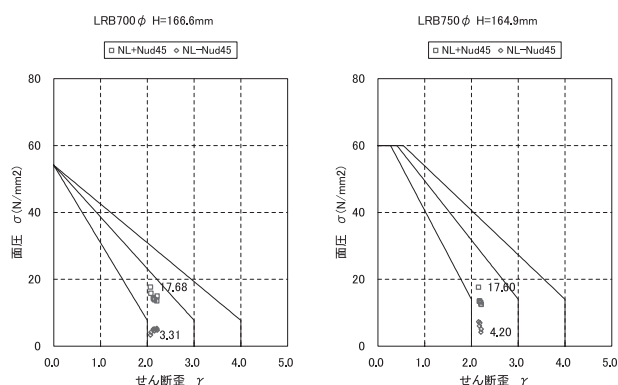


図10 免震装置の面圧-歪関係 (700 ϕ 、750 ϕ の結果)

6 おわりに

本建物は、開放性、内部空間の自由度、高い耐震性を壁式フラットプレート架構に免震構造を組み合わせる事で実現している。



写真1 フラットプレートの施工時(躯体)内観



写真2 完成時内観^{*1}

2007年6月に竣工したばかりであるが、建物外観、内部空間のデザイン性に優れ、かつ、建築・構造・設備の調整のとれた機能性を備えた優れた作品が生まれたものと自負している。

これは、建築主をはじめ、設計、施工に関係した皆様のご協力の賜物であり、皆様方に厚く御礼申し上げます。

^{*1}：小川泰祐撮影