

# 東京ミッドタウン

— パーク・レジデンシイズ —



上河内 宏文  
日建ハウジングシステム



鈴木 敏夫  
同



三輪 幸司  
同

## 1 はじめに

本計画は、2000年に防衛庁本庁が檜町(赤坂9丁目)から市ヶ谷に移転した跡地に、広大な緑を育む檜町公園を含めた大規模な再開発事業である。その高いポテンシャルを持つ場所に、オフィス、住宅、商業施設などからなる複合都市の創造を目指したものであり、国際都市・東京にふさわしく「都市再生」の一翼を担うプロジェクトとして計画されたものである。

本計画の建物は、高さ約248mのミッドタウンタワーをはじめとする6棟の建物が計画されており、そのうち本建物は、檜町公園に隣接した閑静な環境に、日本初となるファイブスターホテル直営のレジデンスとして、都心の利便性と上質のホスピタリティを備えた、ラグジュアリーレジデンスである。

- 【構造種別】 鉄筋コンクリート造
- 【架構形式】 X、Y方向とも純ラーメン構造
- 【基礎構造】 場所打ちコンクリート杭基礎
- 【免震材料】 天然ゴム系積層ゴム支承(64基)  
鉛ダンパー(15基)  
鋼材U型ダンパー(29基)

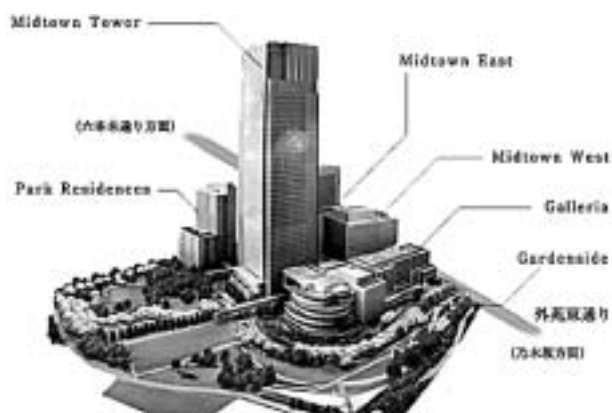


図1 全景

## 2 建築概要

- 【建物名称】 パーク・レジデンシイズ
- 【所在地】 東京都港区赤坂九丁目7番7号
- 【用途】 ホテル直営のレジデンス、付帯施設
- 【建築主】 三井不動産株式会社をはじめとする6社のコンソーシアム
- 【設計監理】 株式会社 日建設計
- 【デザイン】 外装デザイン監修：  
青木淳建築計画事務所  
共用部・専有部インテリア：  
フランク・ニコルソン
- 【施工者】 竹中工務店・大成建設共同企業体
- 【敷地面積】 5,361.00m<sup>2</sup>
- 【建築面積】 2,996.24m<sup>2</sup>
- 【延床面積】 57,766.83m<sup>2</sup>
- 【階数】 地上29階、地下2階、塔屋2階
- 【建物高さ】 100m



図2 計画地

### 3 構造概要

#### 1) 構造計画概要

本建物は、上質なレジデンスとしての空間と居住性、安全性を確保し、かつ周辺環境配慮のための階段状の建物形状を可能とするために免震構造を採用した。

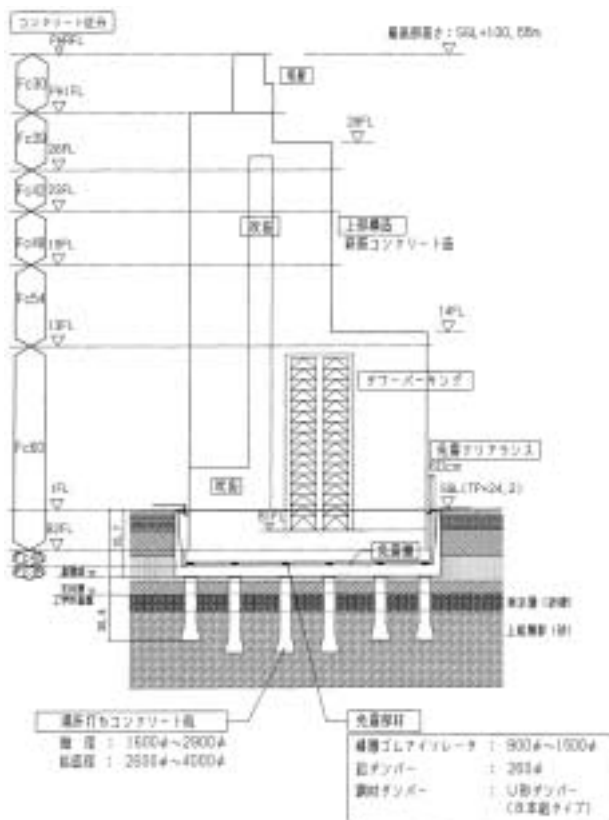


図3 構造概要図

本建物の構造種別は、高い遮音性と対振(動)性を確保するために鉄筋コンクリート構造とした。また構造形式は、フレキシブルな住戸計画や間取り、広い空間を確保するために純ラーメン構造とした。

柱スパンは、住戸内に構造体が入り込まないように、建物外周と内部廊下に約5.5m~6.0m間隔に柱を配置したダブルチューブ構造を採用した。また建物コーナー部分には柱をなくし、建物外周の大梁を逆梁とすることで広い開口を確保した。

住戸内部分は、厚さ35cmのボイドスラブにより無梁版とし、広い住戸空間を確保した。

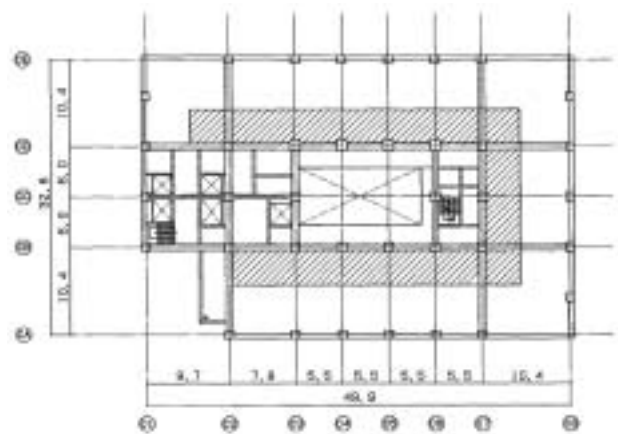


図4 高層階床梁伏図

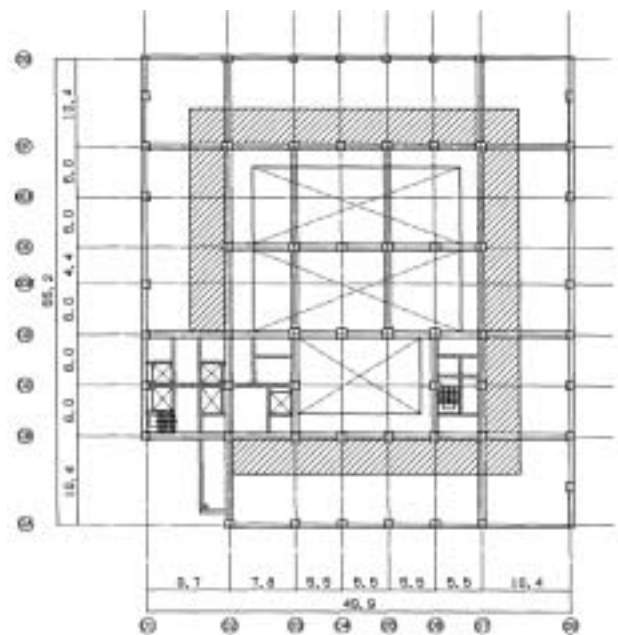


図5 低層階床梁伏図

免震層はB2階床下の基礎免震で、建物中央部の吹抜けに位置するタワーパーキングも含めた免震構造とした。免震部材は、高い変形性能を確保するために900φ以上の大口径の天然ゴム系積層ゴム支承と高いエネルギー吸収能力を持つ鉛ダンパー・鋼材U型ダンパーを採用した。

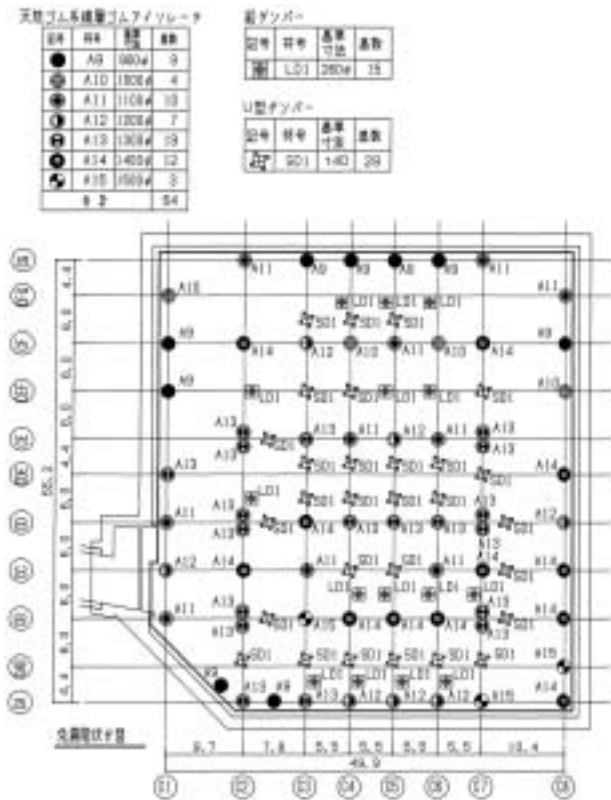


図6 免震部材配置図

構造躯体は、極めて稀に発生する地震動に対して弾性範囲内にとどまることを目標に、各部材は短期許容応力度以下、層間変形角は1/200以内となるように設計するとともに、東京ミッドタウン設計用模擬地震動として採用したART WAVEに対しても安全性を確認した。

また、大地震時の揺れに対する家具等の転倒や備品・什器などの損壊、居住者の恐怖感を軽減する目的で、床応答加速度を200cm/s<sup>2</sup>程度以下に抑えるように計画した。

本敷地の地盤は、表層より洪積層の関東ローム層、東京層が分布しており、GL-30m付近から上総層群層となっている。本敷地の工学的基盤は、弾性波速度(Vs)が520m/sとなるGL-20mとした。

基礎構造は、GL-30m以深にある上総層群層の砂層を支持層とする場所打ちコンクリート杭を採用した。杭先端位置は、上部構造や基礎への影響を考慮し、地震時鉛直沈下量を1cm程度以下に抑制する位置とした。

## 4 設計方針

### 1) 耐震性能目標

本建物は、表1に示す耐震目標性能を設定した。

表1 耐震目標性能

		極めて稀に発生する地震動 (レベル2)	
上部構造	応力	短期許容応力度以内	
	層間変形角	1/200 以下	
免震層	層間変形	40cm 以内	
	積層 ゴム	せん断ひずみ	$\gamma=200\%$ 以内
		引張応力	発生させない
基礎	応力	短期許容応力度以内	

### 2) 免震部材の設計

積層ゴム支承は、長期面圧15N/mm<sup>2</sup>程度以下、地震時面圧30N/mm<sup>2</sup>程度以下とし、引張力が生じないように設計した。

免震部材の配置は、上部構造の重心位置と、各免震部材の剛心がほぼ一致するように配置し、小変形から大変形時までねじれが生じない設計とした。

また設計許容変形は40cmとし、設計限界変形は建物と土圧壁のクリアランスの60cmとした。

### 3) 耐風設計

極めて稀に発生する暴風時の水平荷重に対して、機能的な支障が生じないように、ダンパーを降伏させない計画とした。

## 5 地震応答解析

### 1) 設計用入力地震動

入力地震動は、告示で定める地震波3波と、東京ミッドタウン設計用模擬地震動として採用したART WAVEの計4波を採用する。

表2 設計用入力地震動

	極めて稀に発生する地震動 (レベル2)	
	最大加速度 [g]	最大速度 [cm/sec]
告示模擬地震動① (HACHINOHE EW)	349	49
告示模擬地震動② (HACHINOHE EW-2)	357	53
告示模擬地震動③ (IMAKOBE NS)	381	55
告示模擬地震動④ (TOHOKU/UN8)	293	39
設計用模擬地震動 (ART WAVE)	276	55

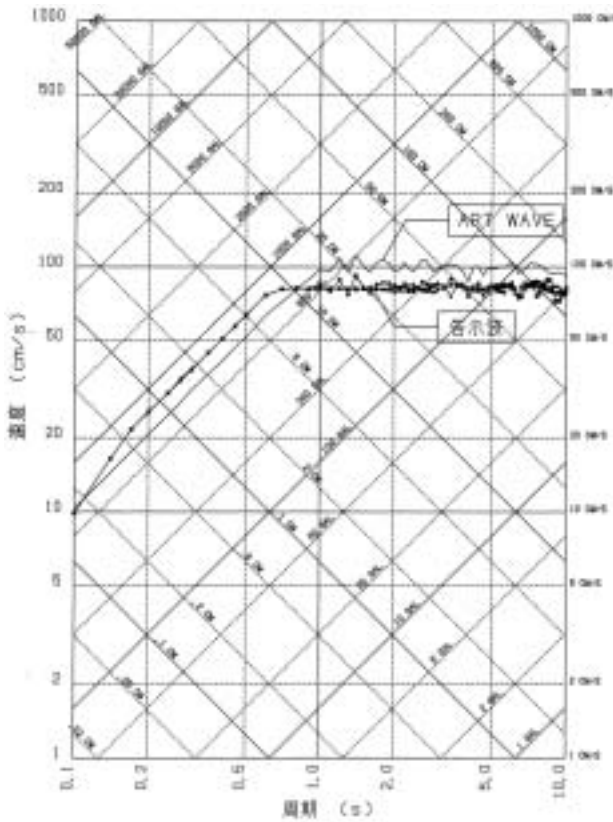


図7 設計用地震動

2) 解析モデル

免震層下部を入力位置とした1層1質点の32質点+タワーパーキング2基71点の等価せん断型モデルとする。上部構造の各層各架構の復元力特性はDegrading Bi-Linear型にモデル化し、剛床仮定にて重心(質点)に接続した。またタワーパーキングについては、各層の弾性バネをタワーパーキングの各重心(質点)に接続した。

免震部材は、積層ゴム支承は弾性バネ、ダンパーは任意方向に特性を持つBi-Linear型バネをそれぞれの部材の位置に配置した。

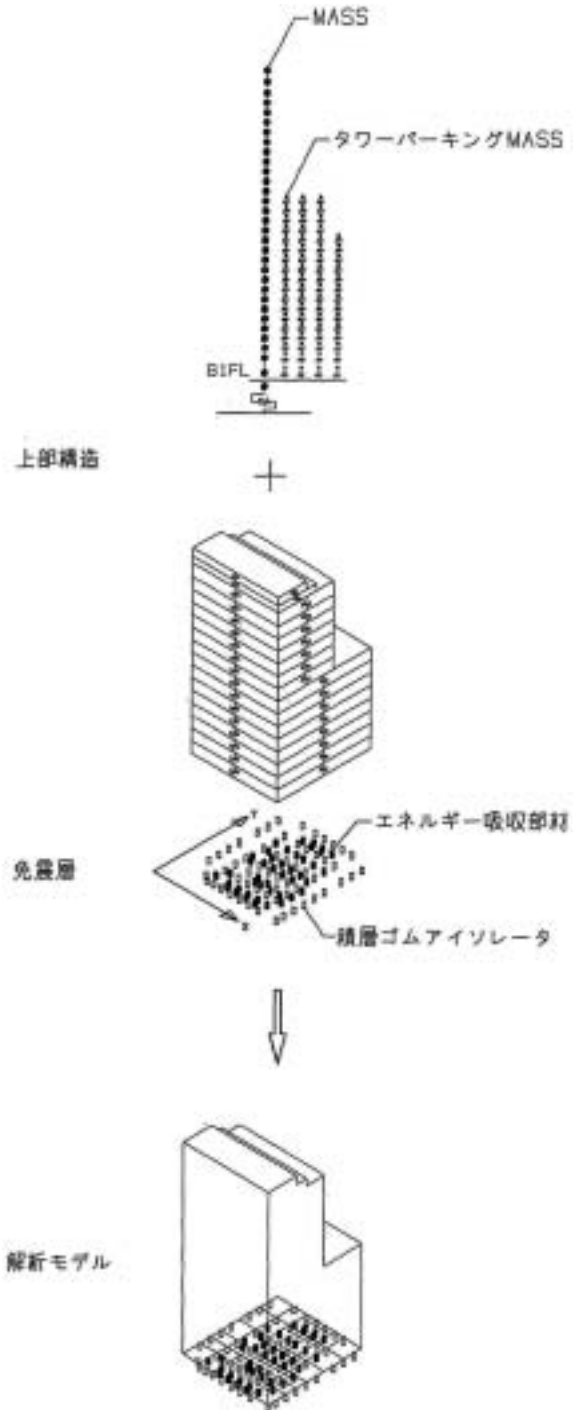


図8 解析モデル図

表3 固有値解析結果

		1次	2次	3次	4次	5次	6次
積層ゴムとエネルギー吸収部材を考慮した建物全体の等価せん断型モデル	周期(秒)	2.88	2.75	2.52	1.28	1.18	1.04
	$\beta_x$	-0.035	0.125	-0.756	0.859	-1.355	-2.813
	$\beta_y$	8.812	0.147	0.066	3.034	0.229	-0.045
積層ゴムアイソレータのみを考慮した場合の建物全体の等価せん断型モデル	周期(秒)	3.83	3.38	3.31	1.57	1.29	1.23
	$\beta_x$	1.056	0.377	-2.190	-0.003	-0.474	-0.277
	$\beta_y$	9.580	-1.179	-0.424	-0.756	0.008	-0.007
上部構造のみの等価せん断型モデル(立体モデル)	周期(秒)	2.375	2.668	1.021	0.925	0.642	0.568
	$\beta_x$	-0.003	7.374	0.121	3.320	-0.464	-0.600
	$\beta_y$	-7.415	0.081	-3.092	0.191	1.653	-0.020

### 3) 応答解析結果

表4に応答解析結果のまとめを示す。

以上より、応答解析結果はいずれも耐震性能目標を満足しており、十分な耐震安全性を有している。

表4 応答結果のまとめ

		極めて稀に発生する地震動 (レベル2)		
		目標値	最大値	
上部構造	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以下	
	層間変形角	1/200 以下	1/234	
免震部	ゴム	層間変形	48cm 以内	33cm
		せん断ひずみ	$\gamma=200\%$ 以内	$\gamma=187\%$
		圧縮変位	308mm <sup>2</sup> 以下	276mm <sup>2</sup>
		引張応力	発生させない	生じない
基礎	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以下	

### 4) 階段状の建物形状(セットバック)の影響に関する検討

本建物は、南北(Y)方向が階段状にセットバックしている建物形状により、図9のように14階で建物重心位置が急変しており、荷重の偏在による偏心が生じやすい建物となっている。この検討では、偏在距離の大きい東西(X)方向地震時応答解析により建物重心位置と建物最外端での時刻歴変位を比較し、偏心の影響を確認する。

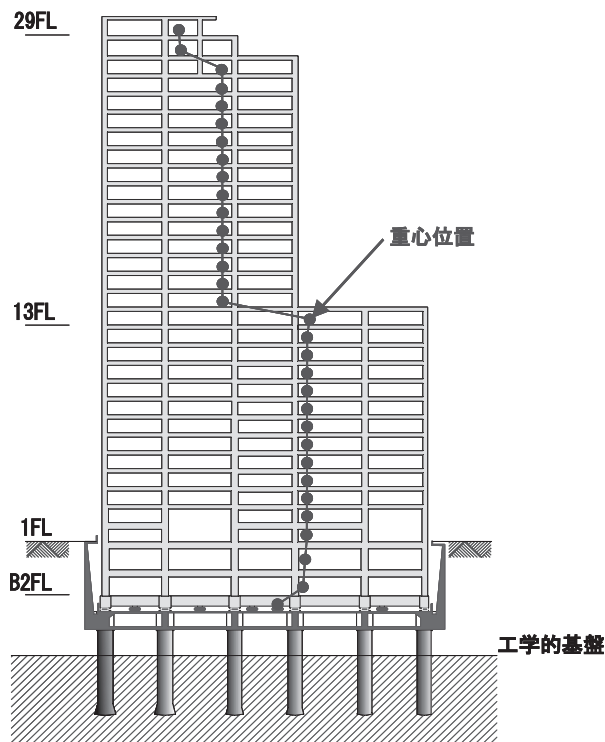


図9 南北(Y)方向軸組図と各階重心位置図

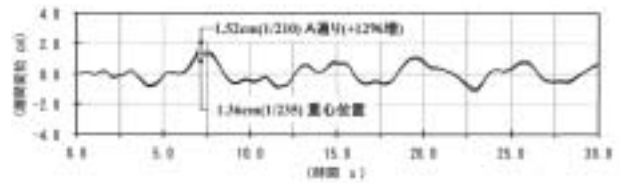


図10 13階の重心と建物最外端での時刻歴層間変位

以上の結果、若干の偏心の影響があるものの、建物安全性に問題なく、また内外装の仕上材への影響についても、使用上応急補修・補強の必要のない損傷範囲内である層間変形角は1/200以下であることが確認できた。ちなみに下図は、本建物が通常の耐震構造で非免震構造であった場合を想定して解析した結果である。

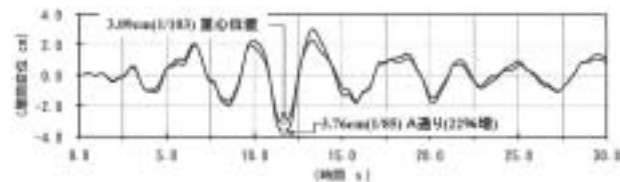


図11 非免震構造での想定例

### 5) 家具等の転倒に関する検討

本建物は、大地震時の揺れに対する家具等の転倒や備品・什器などの損壊、居住者の恐怖感を軽減する目的で、床応答加速度を200cm/s<sup>2</sup>程度以下に抑えるように計画している。この検討では、文献「重量の偏心を考慮した家具模型の転倒予測式：髭右近敬、鈴木有(日本建築学会大会学術講演梗概集、1994.9)」により、家具の転倒限界加速度と転倒限界速度の関係から転倒限界領域を想定し、時刻歴応答図と比較することにより、安全性を確認する。

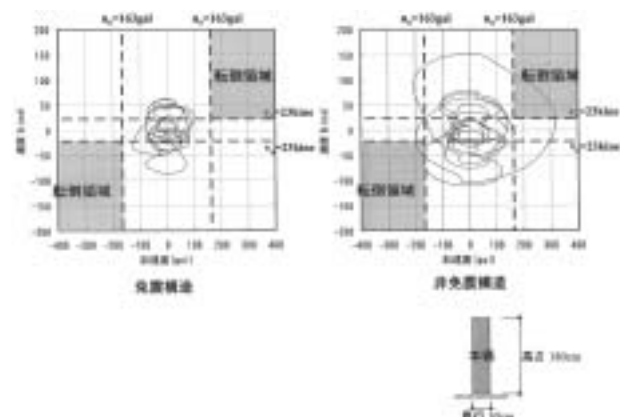


図12 家具の転倒判定(1)

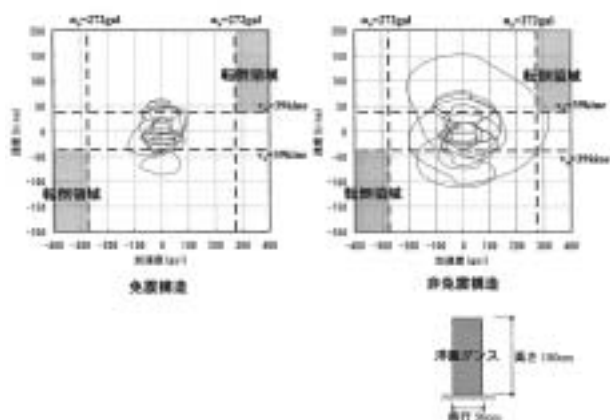


図13 家具の転倒判定(2)

以上結果、一般的な形状の家具においては、転倒の危険性が少ないことが確認できた。ちなみに各右図は、本建物が通常の耐震構造で非免震構造であった場合を想定して解析した結果である。

## 6 おわりに

本建物は、免震構造を採用することで、上質なレジデンスに見合う高い性能を備えることが実現できた。

「東京ミッドタウン」は、今後の国際競争力の源泉となるであろう「デザイン」をテーマに、日本のあたらしい価値と感性を世界に発信する拠点として2007年3月にグランドオープンする予定である。

最後に、本建物の設計において、ご指導とご協力を頂いた皆様に、この場を借りて厚く御礼を申し上げます。