



建物本体は鉄筋コンクリート造としたが、執務室はPC梁とすることにより大空間を設けてフレキシビリティを確保するとともに、免震材料を集約して建物の長周期化を図っている。

昭和初期竣工の大阪市交通局旧庁舎を取り壊した後に建設しているが、地下躯体については、コスト・周辺環境・地球環境の面から検討し、仮設として有効利用した。既存底版底がGL-3.5m程度と浅いため、基礎はマットスラブ形式として、既存底版より上で躯体を構築した。柱下(免震材料下)に鋼管巻き場所打ちコンクリート杭を採用しており、マットスラブでは地震時の杭頭モーメントを負担できな

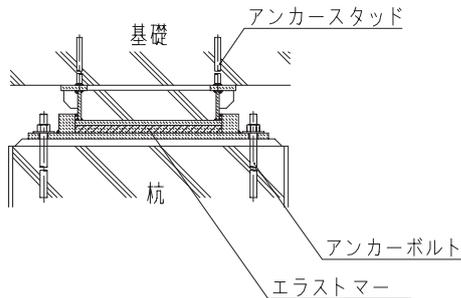


図2 P/Rパイル工法PA型支承概要



写真2 P/Rパイル工法PA型支承



写真3 P/Rパイルの設置状況

いため、杭頭接合部には、杭頭をほぼピン接合とできるデバイスとして、P/Rパイル工法(PA型支承)を採用した。図2にP/Rパイル工法PA型支承の概要、写真2、3にP/Rパイルの設置状況を示す。図3に既存地下躯体利用断面図を示す。

建物上部の無線鉄塔はブレース構造とした。無線鉄塔の下部は、応力伝達がスムーズになるようにSRC造とし、耐力・剛性を確保するために鉄骨造のブレースを設けた。

図4に構造種別概要を示す。

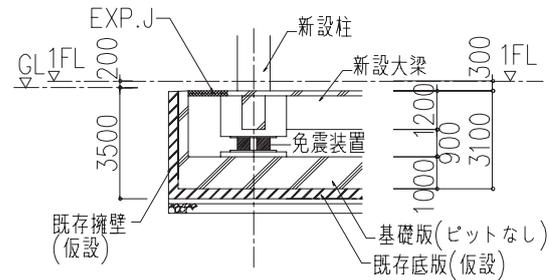


図3 既存地下躯体利用断面図

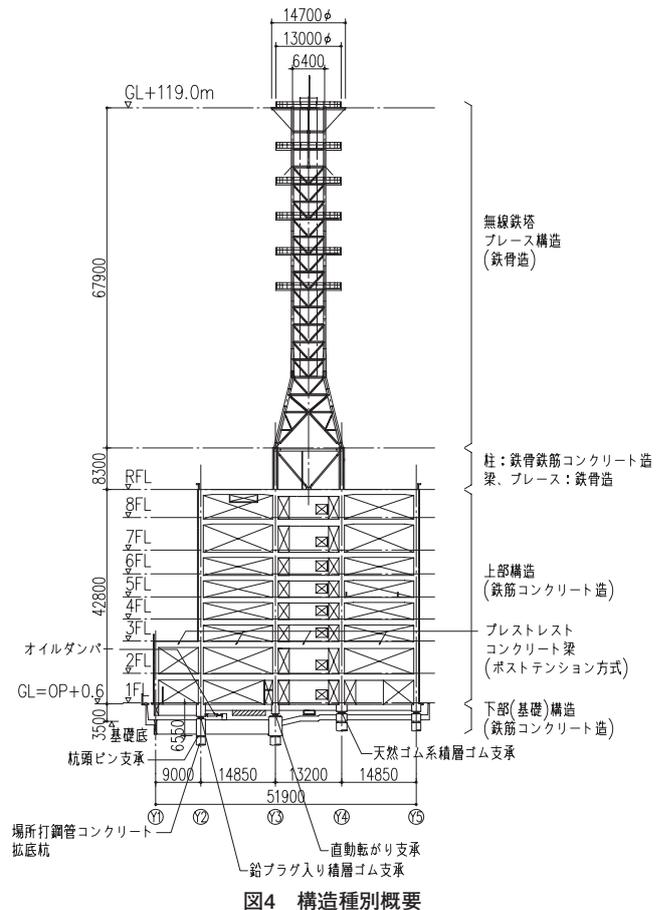
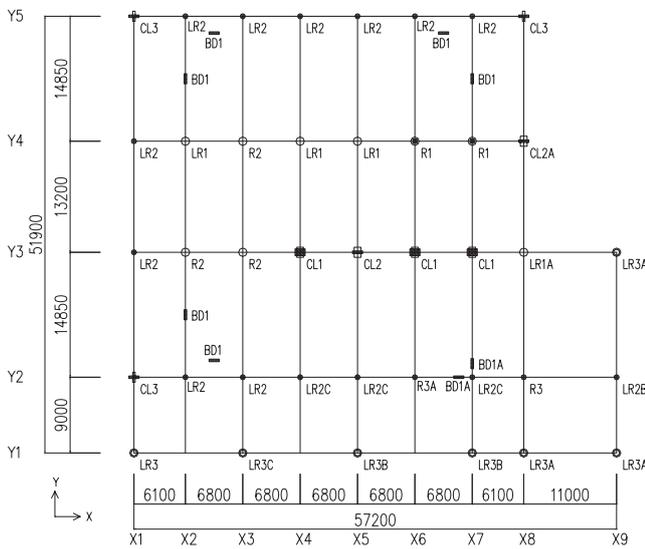


図4 構造種別概要

## 4 免震層の設計

本計画では、免震材料を1階と基礎間に設置した基礎免震形式としている。

免震材料として、鉛プラグ入り積層ゴム支承(以下、LRB)、天然ゴム系積層ゴム支承(以下、RB)、直動転がり支承(以下、CLB)およびオイルダンパーを採用している。LRBの鉛降伏荷重は、再現期間100年の風荷重を上回るよう決定した。さらに、免震層の減衰性能を確保するためオイルダンパーを採用した。CLBは、建物を長周期化することと、地震時引抜き力に抵抗させることを目的として採用している。図5に、免震材料の配置を示す。LRBを外周部に配置することにより、免震層におけるねじれ振動が起らないよう配慮した。



### 凡例

鉛入り積層ゴム支承		天然ゴム系積層ゴム支承		直動転がり支承		オイルダンパー	
記号	径(mm) 符号	記号	径(mm) 符号	記号	符号	記号	符号
○	1300φ LR1, LR1A	●	1300φ LR1, LR1A	■	CL1	■	BD1, BD1A
●	1100φ LR2, LR2A, LR2B, LR2C	○	1100φ LR2, LR2A, LR2B, LR2C	■	CL2, CL2A	-	-
◎	850φ LR3, LR3A, LR3B, LR3C	●	850φ LR3, LR3A, LR3B, LR3C	■	CL3	-	-

図5 免震材料の配置

## 5 地震応答解析

### 1) 耐震設計目標

建物および免震材料の耐震設計目標を表1に示す。極めて稀に発生する地震動に対して、機能維持・継続使用を目標としていることより、部材は短期許容応力度以内、建物本体の水平加速度は250cm/s<sup>2</sup>以下とした。

表1 耐震設計目標

		レベル1	レベル2
想定する地震動		稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
無線鉄塔		短期許容応力度以内	
上部構造	鉄筋コンクリート造部材	短期許容応力度以内	
	プレストレストコンクリート造部材およびそれに取付く鉄筋コンクリート造部材	終局強度以内	
	層間変形角	1/400 以内	1/200 以内
免震材料	LRB, RB	安定変形 (30cm) 以内 (ゴム層総厚の150%)	性能保証変形 (45cm) 以内 (ゴム層総厚の225%)
	CLB	短期許容強度以内	
	オイルダンパー	限界速度以内	
下部(基礎)構造		短期許容応力度以内	

- 注) 1)CLB, オイルダンパーの限界変形は、60cm とする。  
 2)免震層と下部構造のクリアランス寸法は、60cm とする。  
 3)居室が存在する階の水平絶対加速度は、250cm/s<sup>2</sup>以下とする。

### 2) 振動解析モデル

解析モデルは、各階床位置に集中させた質量を、フレームの剛性および免震材料の剛性を等価せん断ばねに置換したばねで連結した質点系等価せん断型モデルとした。また、建物屋上に設置される無線鉄塔は、曲げ棒要素に置換したばねで連結した質点系曲げせん断型モデルとした。質点数は30質点(無線鉄塔含む)とし、免震層下部の基礎は杭のスウェイばねと連結されている。(図6)

上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析より得られた荷重-変位曲線をもとに、Tri-Linear型に設定した。無線鉄塔は線形とした。免震材料の復元力特性は、LRBはひずみ依存型Bi-Linear型とし、RBは線形とした。CLBはBi-Linear型とした。また、温度変化、製造時の品質のばらつき、経年変化による力学特性の変化は、免震材料のばらつきとして、本復元力特性に反映させた。

減衰は内部粘性型とした。減衰定数は基礎固定時上部構造体の1次固有振動に対して0.02(無線鉄塔は0.01)とし、免震材料については考慮していない。杭のスウェイバネによる減衰は0.10とし、液状化を考慮した地震波を用いて解析を行う場合は0.05とした。地震動の入力位置は下部構造底位置とした。

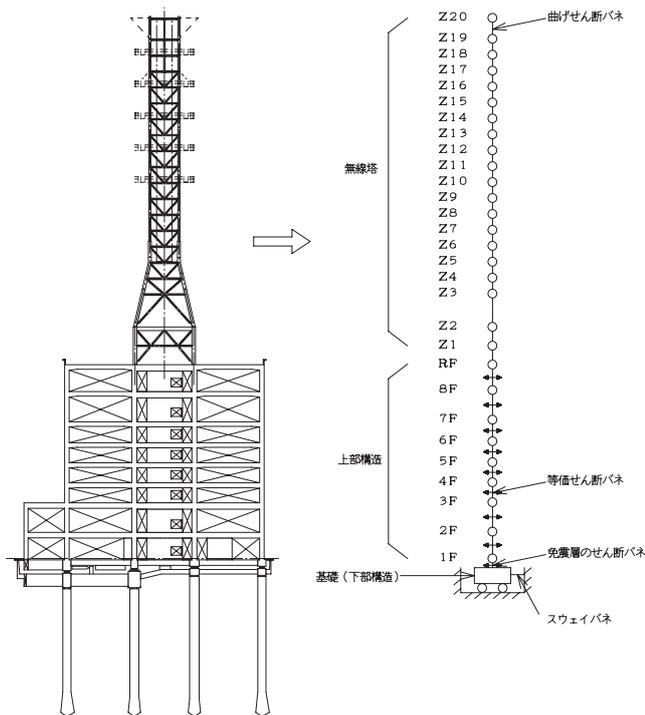


図6 振動解析モデル

### 3) 採用地震波

設計用入力地震動（レベル2）は、観測波3波、国土交通省告示1461号に基づく告示波3波（全応力解析）と液状化を考慮した同3波（有効応力解析）および、建設地の特性を考慮した模擬地震波として、大阪市の「大阪市土木・建築構造物震災対策技術検討会」で作成された「大阪市模擬地震波」より、もっとも敷地位置に近い2波を採用した。採用地震波（レベル2）を表2に示す。

表2 採用地震波と入力レベル

地震動名	レベル 2	
	最大速度(cm/s)	最大加速度(cm/s <sup>2</sup> )
EL CENTRO 1940 NS	50	510.8
TAFT 1952 EW	50	496.8
HACHINOHE 1968 NS	50	330.1
大阪市模擬波 L1	43.6	219.0
大阪市模擬波 L2	66.9	259.1
告示波 1	67.6	353.9
告示波 2	79.5	342.7
告示波 3	66.5	331.3
告示波 1（液状化考慮）	50.6	159.8
告示波 2（液状化考慮）	47.3	158.4
告示波 3（液状化考慮）	48.3	158.8

### 4) 固有値解析結果

免震材料が固定時、微小振幅時（ゴムのせん断歪率5%）、レベル1相当時（ゴムのせん断歪率100%）、レベル2相当時（ゴムのせん断歪率200%）の各状態での等価剛性に対する固有周期を表3に示す。

表3 固有周期（秒）

方向	免震材料の変形状態	1次	2次	3次	4次
X	固定	0.995	0.879	0.359	0.285
	微小振幅	1.858	0.962	0.566	0.301
	レベル 1	4.183	0.964	0.597	0.304
	レベル 2	4.666	0.964	0.598	0.304
Y	固定	0.986	0.860	0.347	0.284
	微小振幅	1.856	0.961	0.533	0.290
	レベル 1	4.183	0.963	0.561	0.292
	レベル 2	4.665	0.963	0.562	0.292

### 5) 地震応答解析結果

レベル2の地震動に対する弾塑性地震応答解析結果（X方向、免震材料のばらつき：標準）を図7に示す。

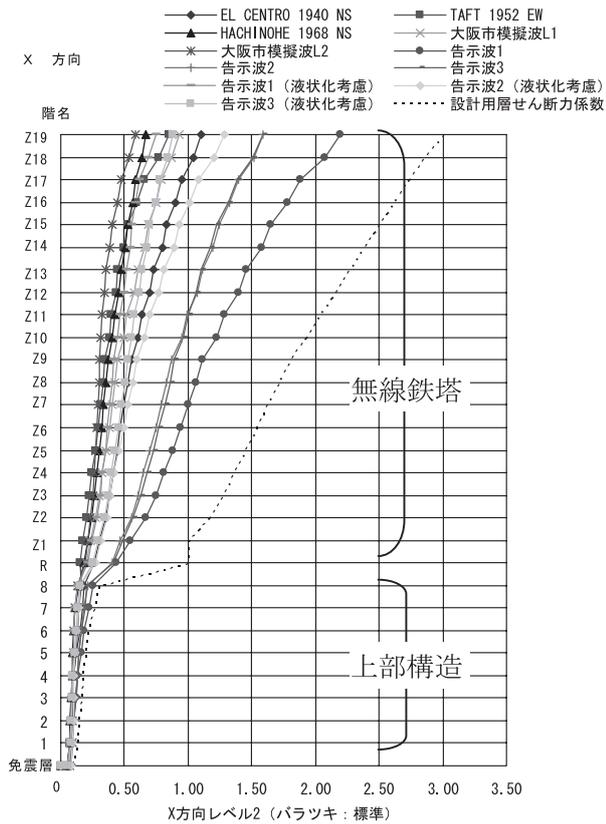
上部構造は、全層に渡り設計用層せん断力以下となっている。上部構造1階～8階における最大応答絶対加速度は、250cm/s<sup>2</sup>以下となっている。また、最大応答層間変形角（免震材料のばらつき：標準）は、X方向で1/258、Y方向で1/623であり、耐震設計目標値の1/200以内を満足している。

免震層の最大応答相対変位は、X方向で37.6cm、Y方向で37.2cmであり、耐震設計目標値の45cm以内を満足している。

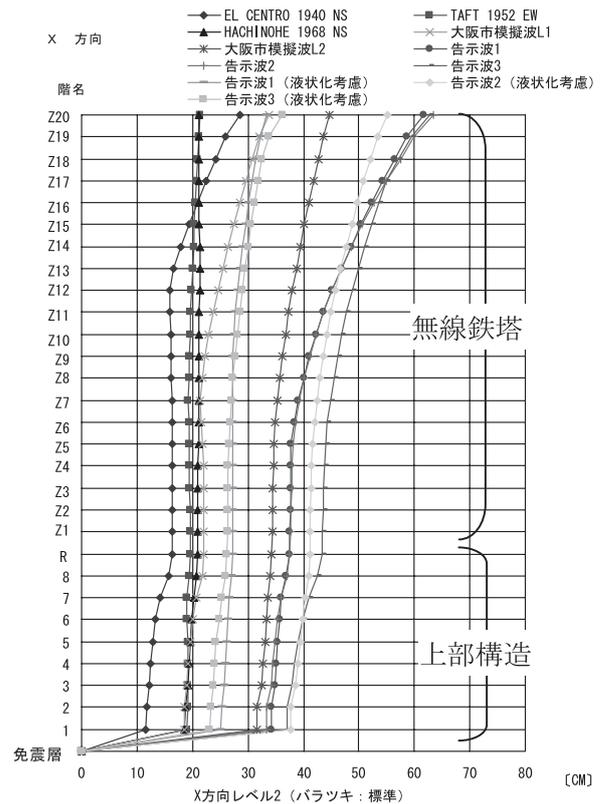
## 6 おわりに

建物上部に無線鉄塔を有する免震建築物である本建物において、大地震後も機能維持・継続使用できる耐震安全性が確保できたと考えている。既存地下躯体利用については、基礎をマットスラブ形式とすることにより、仮設として利用した。

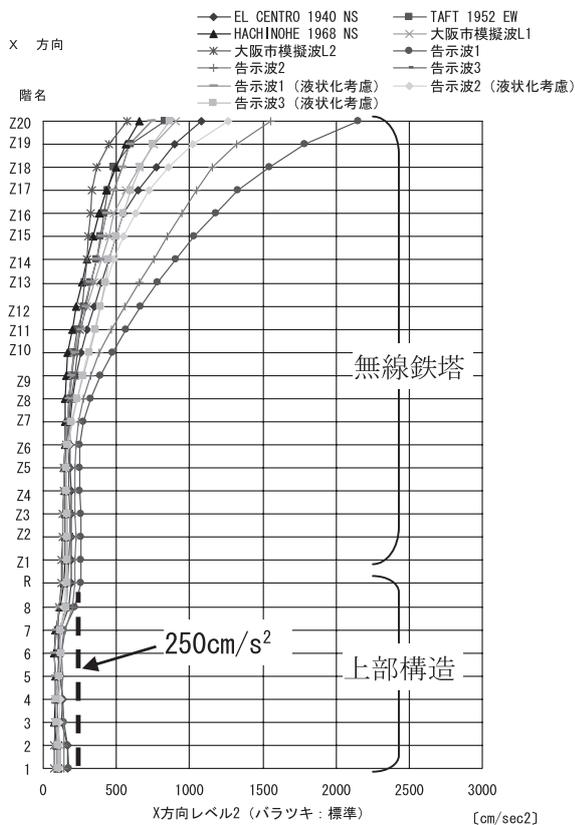
平成20年春より、消防局庁舎として使用が開始された。今のところ、防災拠点の中核として問題なく使用されているようで安堵している。今後は、防災拠点としての役割を果たすだけでなく、大阪市民の安心のシンボルとなることを願っている。



a) 最大応答層せん断力係数 (X方向)



c) 最大応答変位 (X方向)



b) 最大応答絶対加速度 (X方向)

図7 地震応答解析結果 (ばらつき: 標準)