

伊予市本庁舎



佐藤 慶太
日本設計



土屋 博訓
同



唐崎 英典
同

1 はじめに

伊予市本庁舎は、この地域を代表する伊予・中山・双海の旧3行政区の合併により、これまでの伊予市庁舎を解体撤去し、新たに改築した新庁舎である。新庁舎は、これまでの約50年間を継承し、次の50年・100年を見据え高耐久、防災性能を有した市役所サービスの他、文化情報発信・市民協働拠点としての機能を兼ね備えることとした。

本庁舎は信頼性の高い免震構造を採用し、災害時には確実に災害対策拠点として活用できるよう計画した。

庁舎のデザイン要素として旧庁舎の縦基調のデザインを残すため、類似のリブ形状のデザインを計画することにし、PCaRC柱（以下PCa柱）を採用した。スレンダーなPCa柱の実現の為にも免震構造の採用が有効であった。内部空間にはPCaPC床版を数多く採用し、広く開放的な空間を創出すると共に、伊予らしい風景を取り込みながら市民協働の場を各所に内包した新たな庁舎を創出した。

2 建物概要

建 物 名 称：伊予市本庁舎

建 設 地：愛媛県伊予市米湊820

設計・監理者：株式会社 日本設計

施工者 建築工事：株式会社 奥村組 四国支店

工 期：1期（庁舎本体）2014年10月～2015年12月

：2期（庁舎本体）2015年12月～2017年7月

：3期（主に外構）2017年7月～2018年3月

敷 地 面 積：3,715.93m²

建 築 面 積：2,095.06m²

延 床 面 積：6,284.21m²

階 数：地上5階、塔屋1階 最高高さ：GL+21.19m

構 造：鉄筋コンクリート造

一部プレストレストコンクリート造

基礎免震構造

3 建築計画概要

庁舎1、2階は日常的な市民活動エリアとして、窓口サービスの他に情報コーナーやギャラリー、多目的スペース、伊予に観られる「棚田」を想起させる屋上テラスなどを計画した。3～5階は主に執務室等を計画して市庁舎機能を満足させる他、海の見えるラウンジやテラス、市民利用可能な会議室など市民が気軽に利用できる活動拠点スペースを計画し、建物全体として市民に開かれた庁舎となっている。5階の議場はトップライトの面積を広く取り、自然光を取り入れた明るい議場を目指した。

また、庁舎内環境には伊予の温暖で穏やかな気候



図1 庁舎外観

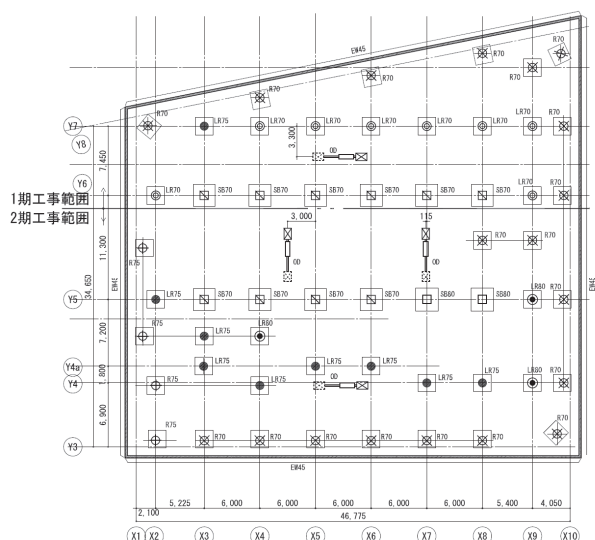


図2 棚田を想起させるテラス

3) 免震層

1階床下には基礎免震構造を採用し、大地震後にも庁舎機能を維持できる計画としている。

免震装置としては、鉛プラグ入り積層ゴム、天然ゴム系積層ゴム、弾性すべり支承を採用した。免震層のねじれ剛性を高めるといった観点から、剛性の高い鉛プラグ入り積層ゴムを建物外周部に配置することが合理的であるが、最外周には地震力を負担しないPCa柱を計画しているため、1階床でのせん断力の移行が少なくなるよう、主に耐震壁直下に鉛プラグ入り積層ゴムを配置した。建物中央部には弾性滑り支承を計画し免震周期を伸ばした。なお、X,Yの各方向2基ずつオイルダンパーを配置している。



免震部材表					
符 号	種 別	記 号	ゴム径 (mm)	鉛プラグ径 (mm)	個数
LR70	鉛プラグ入り積層ゴム	◎	700	160	8
LR75	鉛プラグ入り積層ゴム	●	750	170	9
LR80	鉛プラグ入り積層ゴム	⊙	800	170	3
R70	天然ゴム系積層ゴム	⊗	700	-	19
R75	天然ゴム系積層ゴム	⊕	750	-	4
SB70	弾性すべり支承	□	700	-	10
SB80	弾性すべり支承	□	800	-	2
OD	オイルダンパー	≡	-	-	4

図5 免震部材配置図

4) 基礎構造

免震層下部にはマットスラブと杭基礎を計画した。杭は、杭長約18mの場所打ち鋼管コンクリート杭を採用した。

5) 1、2期工事計画

新庁舎は旧庁舎と同敷地に建設した為、建設工事中も庁舎機能を損なわないよう、旧庁舎の部分的な解体と新庁舎の部分的な施工を2期に分けて行った。1期工事部分の建物のみで一時的に仮使用を行ったが、その期間は、免震装置を固定し、耐震構造として成立する計画とした。1・2期工事間の連結部は、建物竣工時には構造的に一体となりエキスパンションジョイントの無い計画となっている。

5 時刻歴応答解析概要

1) 振動解析モデル

振動解析モデルは、免震層下部を固定として、各階を1質点に集約した6質点系のねじれを考慮した曲げせん断棒モデルである。免震層は各免震部材をダンパー要素として分散してモデル化し、偏心を考慮する。地震動は免震層の直下に入力する。以下に概要を示す。

- ・各質点位置でX,Y, θ_x , θ_y , θ_z の5自由度を持つ立体モデルとした。
- ・剛性マトリックスは各時刻の応答結果から各要素の復元力特性により剛性を算出し、質量中心位置で作成した。
- ・質量マトリックスは質量およびX,Y,Z軸回りの回転慣性モーメントにより作成した。
- ・減衰マトリックスは剛性比例型とし1次モードに対して減衰定数3%とした。
- ・鉛プラグ入り積層ゴムは修正バイリニア、天然ゴム系積層ゴムおよび弾性すべり支承は弾性要素としてモデル化した。

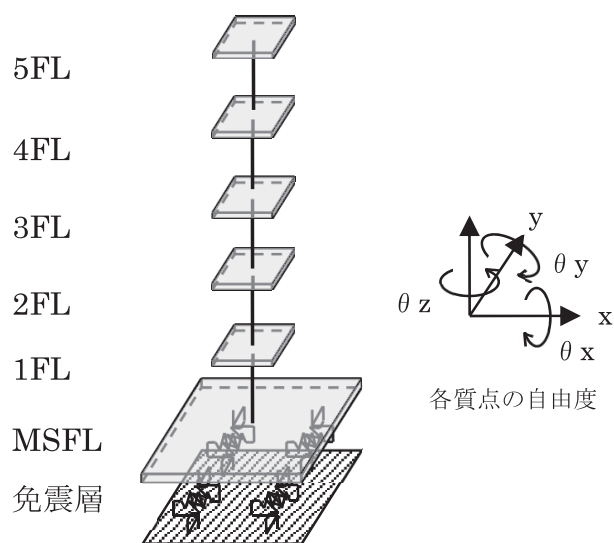


図6 振動解析モデルの概念図

2) 入力地震動

入力地震動は、表3に示す6波を採用した。工学的基盤から基礎底面までの増幅を考慮し、告示スペクトルに適合する地震動を3波作成した。用いた位相はJMA KOBE 1995 NS位相(告示波神戸)、HACHINOHE 1968 NS位相(告示波八戸)、芸予位相とした。なお、地域係数としてZ=0.9を考慮している。

観測波の出典は、(財)日本建築センターによる。

なお、余裕度の確認として、極めて稀に発生する地震動を超える強さの地震動が発生した場合の免震層と建物の応答結果が先に述べた設計クライテリア以内であることを確認した。入力地震動は、極めて稀に発生する地震動を1.25倍したものを使用した。

表3 採用地震波の諸元

地震波		稀に発生する地震動		極めて稀に発生する地震動	
		最大加速度 (m/s ²)	最大速度 (m/s)	最大加速度 (m/s ²)	最大速度 (m/s)
観測波	EL CENTRO 1940 NS	2.55	0.25	5.11	0.50
	TAFT 1952 EW	2.48	0.25	4.97	0.50
	HACHINOHE 1968 NS	1.67	0.25	3.33	0.50
告示波	告示神戸 NS (JMA KOBE 1995 NS 位相)	0.75	0.11	3.35	0.56
	告示八戸 NS (HACHINOHE 1968 NS 位相)	0.84	0.11	3.77	0.55
	告示芸予 NS	0.81	0.10	4.12	0.55

3) 固有値解析結果

積層ゴムのせん断歪が250%の質量中心位置での固有値解析結果を下記に示す。1次固有周期は約4秒である。

表4 固有円振動数および周期周期

固有モード	1次	2次	3次
固有円振動数(rad/sec)	1.579	19.090	48.480
固有周期(sec)	3.978	0.329	0.130

4) 時刻歴応答解析結果

極めて稀に発生する地震動に対する応答解析結果を以下にまとめる。

■免震層

最大変位は、X方向が27.3cm（告示神戸位相）、Y方向が27.3cm（告示神戸位相）であり、いずれも40.0cm（せん断ひずみ250%）以下でクライテリアを満足している。

■上部構造

最大層間変形角は、X方向が1/1498（2階、告示神戸位相）、Y方向が1/1573（4階、告示神戸位相）以下でクライテリアを満足している。

■エネルギー吸収量

最大変形を記録した告示波神戸（ばらつき（-））のエネルギー吸収の内訳は、上部構造0.6%、免震ゴム75.6%、オイルダンパー23.8%となった。

表5 極めて稀に発生する地震応答解析結果一覧（X方向）

部位	解析ケース	標準状態	ばらつき(-)	ばらつき(+)
上部構造部	層間変形角 (rad) (発生階)	1/1873 (2階) 告示波芸予位相	1/1945 (2階) 告示神戸位相	1/1498 (2階) 告示神戸位相
	最上階最大加速度 (cm/sec ²)	152 告示波芸予位相	136 告示神戸位相	176 告示波芸予位相
	免震層直上層せん断力 (kN) (免震層直上層せん断力係数)	10470 (0.103) 告示神戸位相	9595 (0.094) 告示神戸位相	13440 (0.094) 告示神戸位相
	免震層直上層OTM (kNm)	124400 告示波芸予位相	123300 告示神戸位相	160600 告示神戸位相
免震層	変形 (cm)	26.9 告示神戸位相	25.2 告示神戸位相	27.3 告示神戸位相
	層せん断力 (せん断力係数) (kN)	15850 (0.099) 告示神戸位相	12820 (0.080) 告示神戸位相	19590 (0.122) 告示神戸位相
	OTM (kNm)	159800 告示神戸位相	151400 告示神戸位相	206800 告示神戸位相
	加速度 (cm/sec ²)	101 告示神戸位相	86 告示波芸予位相	129 告示神戸位相

表6 極めて稀に発生する地震応答解析結果一覧（Y方向）

部位	解析ケース	標準状態	ばらつき(-)	ばらつき(+)
上部構造部	層間変形角 (rad) (発生階)	1/1850 (4階) 告示波芸予位相	1/2186 (4階) 告示波芸予位相	1/1573 (4階) 告示神戸位相
	最上階最大加速度 (cm/sec ²)	185 告示波芸予位相	158 告示波芸予位相	208 告示神戸位相
	免震層直上層せん断力 (免震層直上層せん断力係数) (kN)	11020 (0.108) 告示神戸位相	9463 (0.093) 告示神戸位相	13880 (0.093) 告示神戸位相
	免震層直上層OTM (kNm)	135100 告示波芸予位相	122700 告示神戸位相	167600 告示神戸位相
免震層	変形 (cm)	26.8 告示神戸位相	25.2 告示神戸位相	27.3 告示神戸位相
	層せん断力 (せん断力係数) (kN)	15790 (0.099) 告示神戸位相	12810 (0.080) 告示神戸位相	19540 (0.122) 告示神戸位相
	OTM (kNm)	170800 告示神戸位相	150500 告示神戸位相	213900 告示神戸位相
	加速度 (cm/sec ²)	118 告示波芸予位相	103 告示波芸予位相	135 告示波芸予位相

6 おわりに

本計画は、通常の耐震構造の場合は偏心率が大きくFesが高くなる耐震壁の平面配置であるが、免震構造を採用することで、極めて層間変形値の小さい建物を設計することが可能となり、安全性の高い建物を計画することができた。

本建物を設計する機会を与えて下さった伊予市の皆様をはじめ、設計・施工の期間に渡ってご協力頂いた本プロジェクトの多くの関係者の皆様には心より感謝申し上げます。