

姫路市防災センター



国友 博司
昭和設計



矢澤 麻由美
同

1 はじめに

本建物は姫路市における火災・救急・救助・指令・予防・危険物規制事務などの一般的な消防業務に加えて、防災・国民保護に関する事務や危機管理業務の初動に対応するなど、全国でも極めて先進的な消防本部庁舎として計画され、高い対地震安全性が要求されたため免震構造を採用している。消防・防災活動の中核としての消防本部機能とともに、最新鋭の高機能消防指令センター、災害情報を一元化・共有化できる防災情報システム、消防・防災の学習・体験施設の「ひめじ防災プラザ」など、増大する消防・防災需要に的確に対応するための施設となっている。

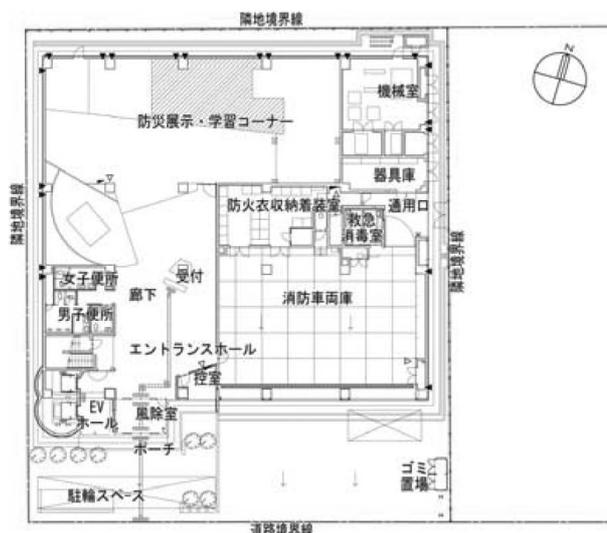


図1 1階平面図



写真1 建物全景

2 建物概要

所在地：兵庫県姫路市三左衛門堀西の町3番地
 設計者：株式会社 昭和設計
 監理者：姫路市
 施工者：鹿島・神崎・立JV
 用途：事務所・展示
 構造形式：鉄筋コンクリート造(基礎免震構造)
 架構形式：耐震壁付ラーメン構造
 免震装置：鉛プラグ入り積層ゴム
 十字型直動転がり支承
 増幅機構付粘性減衰装置
 階数：地上6階、塔屋1階(鉄塔h=26m)
 建築面積：1,296.73㎡
 延床面積：6,614.87㎡
 最高高さ：29.34m
 基礎形式：直接基礎(独立フーチング形式)
 支持層：GL2.8m以深の洪積礫質土
 竣工：平成19年3月

3 構造計画概要

建物平面は約36m×32mの矩形であり、機能性を考慮して、以下の点に留意した構造計画を行った。

- ①計画建物の用途は執務空間であることから、機能上遮音性および居住性を重視する。
- ②内部空間はフレキシビリティを高めるため、建物内部には耐震壁やブレースを設けない。
- ③上部構造の免震効果を高めるため、水平剛性を確保する。
- ④面圧をあげるために、柱スパンを長くする。

これらの条件を満足しつつ、構造性能、コスト、工期、品質の面でバランスよく性能を満たす上部構造の構造種別として、RC構造(現場打ちPC構造を併用)を採用した。建物基礎形式は、洪積層の砂礫層を支持層とするマットスラブの直接基礎としている。

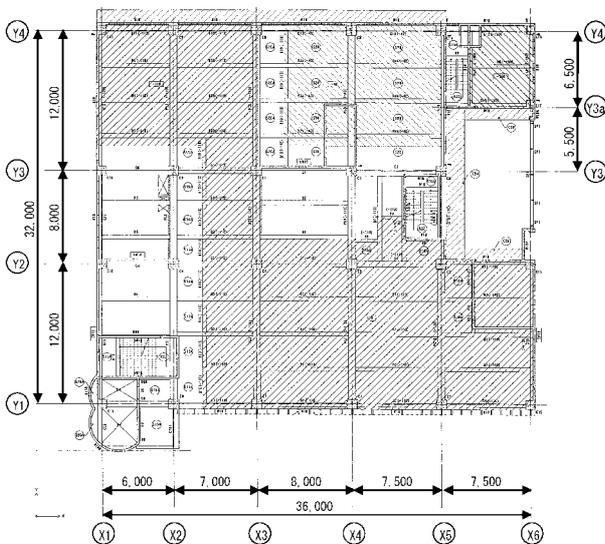


図2 基準階伏図

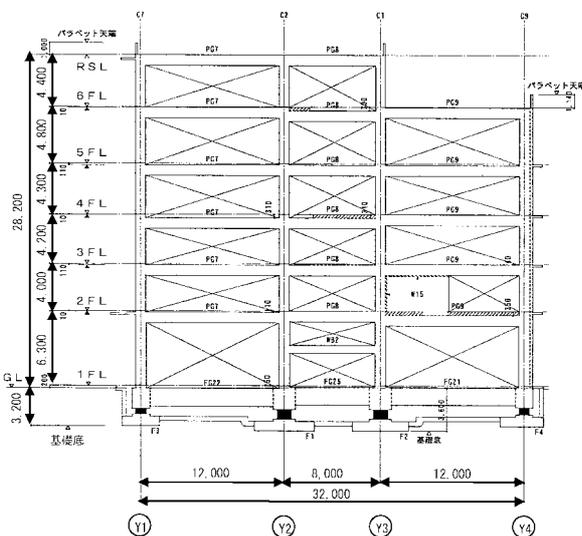


図3 軸組図

上部構造は免震装置の性能変動を考慮した地震応答解析により得られた設計用せん断力に対して、許容応力度設計を行っている。屋上に高さ約26mの鉄塔が設置されるが、鉄塔は「通信鉄塔設計要領・同解説」に準拠し $C_0=1.0$ とする設計を行い、地震応答解析により安全性を確認している。

4 免震設計概要

免震装置は1階と基礎の間を免震層とする基礎免震構造とした。免震層の水平クリアランスは0.4mとし、極めて稀に発生する地震動入力に対して応答変形を水平クリアランス以下に抑えている。

本建物は地上6階、塔屋1階の比較的低層建物のため、積層ゴム系免震装置のみの支承配置では免震周期の十分な伸張を図ることが困難である。そこで、使用する免震支承として、鉛プラグ入り積層ゴム免震装置(以下LRI)と十字型直動転がりおよびキ型直動転がり支承(CLB)を併用することで、建物の長周期化を実現している。

LRIを外周部に長期軸力に応じて適宜配置することで、ねじれ剛性を確保しつつ偏心率を充分小さくし、ねじれ振動を抑制した。転がり支承の水平剛性は工学的にほぼゼロとなるため、LRIの水平特性にのみ着目して配置計画を行うことで、全歪み領域にわたって偏心距離を0.15m以下、偏心率を1%未満としている。

- ・0.01m変形時
 偏心距離 $e_x=0.061(m)$ $e_y=0.102(m)$
 偏心率 $R_{e_x}=0.53(\%)$ $R_{e_y}=0.32(\%)$
- ・0.1m変形時
 偏心距離 $e_x=0.130(m)$ $e_y=0.077(m)$
 偏心率 $R_{e_x}=0.40(\%)$ $R_{e_y}=0.67(\%)$
- ・0.4m変形時
 偏心距離 $e_x=0.024(m)$ $e_y=0.111(m)$
 偏心率 $R_{e_x}=0.57(\%)$ $R_{e_y}=0.12(\%)$

さらに、鉛プラグの履歴減衰のみでは大変形時の減衰能力が減少するため、増幅機構付粘性減衰装置(RDT)を各方向2基ずつ、合計4基配置することで、高次モードを励起することなく水平変形を抑制している。以下に本建物の耐震設計目標を示す。

表1 耐震設計目標

	稀に発生する地震動入力時	極めて稀に発生する地震動入力時
建物	全層許容応力度以内	全層許容応力度以内
免震装置	<ul style="list-style-type: none"> 最大変形量0.20m以下に抑える。 上下動を考慮して積層ゴムの圧縮限界強度以内、引張力が生じない範囲に抑える。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大変形量0.40m以下に抑える。 上下動を考慮して積層ゴムの圧縮限界強度以内、引張力が面圧1N/mm²を超えない範囲に抑える。 応答速度は粘性減衰装置の限界速度以下。

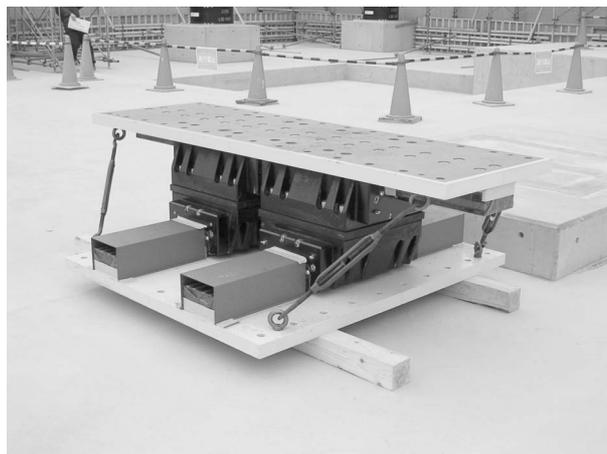


写真2 キ型直動転がり支承

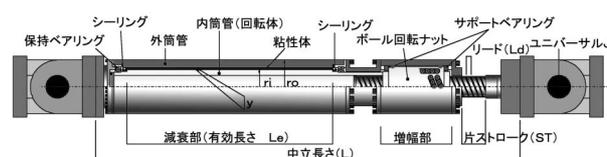
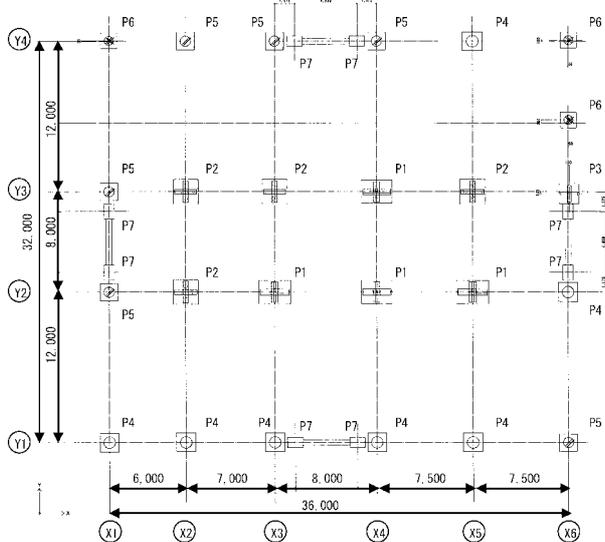


図5 増幅機構付減衰装置



記号	符号	免震装置	装置ゴム径	基数
			長期圧縮耐力	
○	P4	鉛プラグ入り積層ゴム	900φ	7
◐	P5	鉛プラグ入り積層ゴム	800φ	6
⊗	P6	鉛プラグ入り積層ゴム	700φ	3
	P7	粘性減衰装置	-	8
+	P3	転がり支承	1300kN	1
+	P2	転がり支承	7649kN	4
+	P1	転がり支承	9807kN	4

図4 免震装置配置

5 地震応答解析

(1) 振動解析モデル

振動解析モデルは免震装置下部の位置を固定とし、各階床位置に集中させた質量を等価せん断ばねで連結した8質点のせん断弾塑性単列マスーバネモデルとした。免震装置の復元力特性を以下に示す。

- ・LRI：せん断歪みに応じたトリリニアループ
- ・CLB：転がり出し荷重を折れ点とする完全弾塑性型バイリニアループ
- ・RDT：限界速度までの性能曲線を近似させた非線形特性

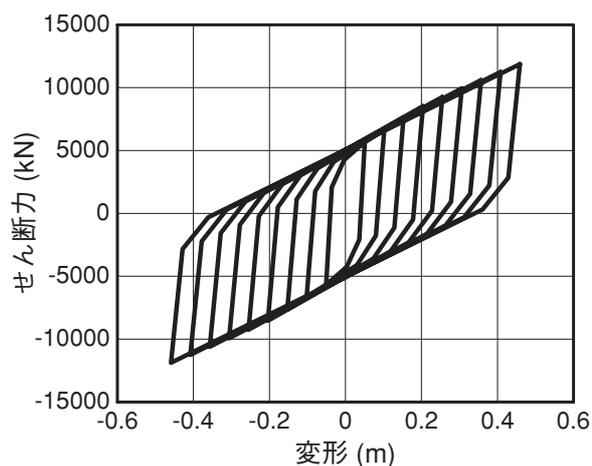


図6 LRI全数の復元力特性

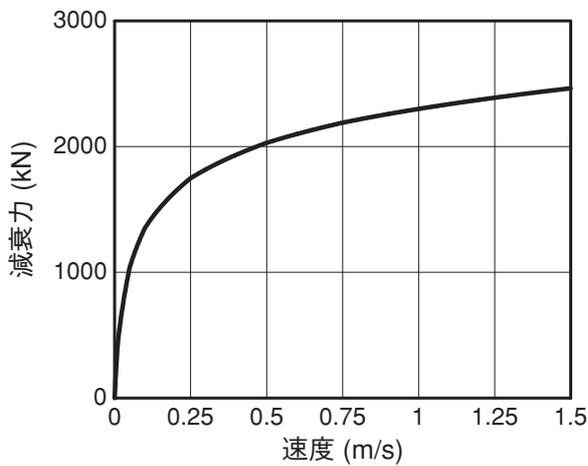


図7 粘性減衰装置(2基)の復元力特性

(2) 入力地震動

極めて稀に発生する入力地震動として、以下の2種類の地震動を考慮した。

- ①平成12年建設省告示第1461号で規定されるターゲットスペクトルより、工学的基盤における地震動を作成して得られる地震動3波。
- ②既往の地震により観測された地震動波形を $V_{max}=0.5\text{m/s}$ に基準化したものおよび日本建築センター試作波BCJ-L2原波。

表2 極めて稀に発生する地震動一覧

	入力地震動	加速度 (m/s ²)	速度 (m/s)
①	告示波1	3.871	0.510
	告示波2	3.775	0.463
	告示波3	3.706	0.546
	告示波4	3.378	0.506
②	EL CENTRO 1940 NS	5.108	0.500
	TAFT 1952 EW	4.968	0.500
	HACHINOHE 1968 NS	3.301	0.500
	BCJ-L2	3.557	0.574

(3) 地震応答解析結果

極めて稀に発生する地震動入力に対する免震装置の特性変動を考慮した応答結果をまとめると、上部構造体の応答加速度は、 $2.00\text{ (m/s}^2\text{)}$ 以下に収まっており、層間変形角の最大値はX方向の1/1885 (1階)である。また免震層の応答変位は 0.386 (m) である。応答解析結果の一例(X方向、免震装置の特性変動：標準状態)を図8に示す。

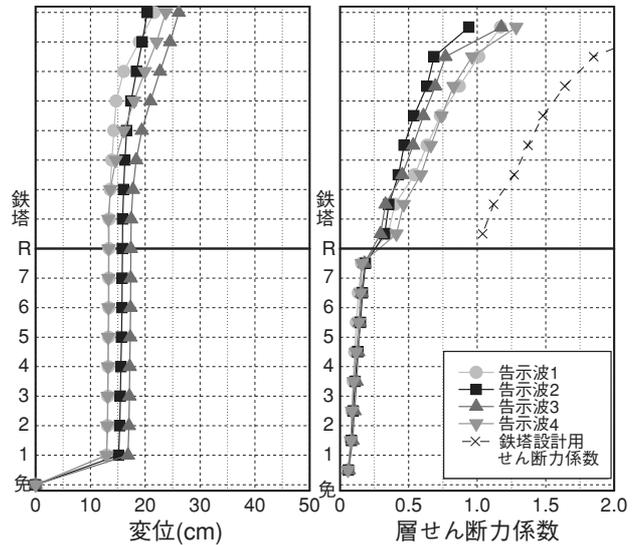


図8 地震応答解析結果

6 結び

建物上部に各種無線や市域監視カメラを搭載した鉄塔を有する本建物では、災害時に本部機能を有する施設として必要な対地震安全性と機能維持性を併せ持つことが実現できたと考えている。

既に本建物は防災センターとしてオープンし、地域の防災拠点としてだけでなく消防・防災の学習施設として多数の市民の防災意識の向上、啓蒙を図る場として供されている。

最後に本誌への掲載をご快諾頂いた姫路市に対し、誌面をお借りして御礼申し上げます。



写真3 ひめじ防災プラザ内景