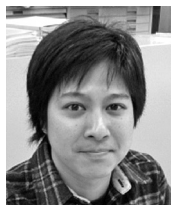


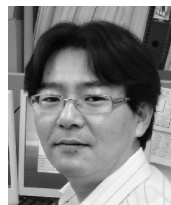
姫路市医師会館増築工事



野崎 正樹
小野設計



古林 延章
同



山田 和明
同



世良 信次
CERA建築構造設計

1 はじめに

本建物は兵庫県姫路市の西部に位置し、JR姫新線の播磨高岡駅から東へ約300mの近隣商業地域に位置している。敷地内には本館が既にあり、それに隣接し2階部分で渡り廊下により接続して増設されている。写真1に建物外観を示す。

本館は耐震構造ではあるが、本建物は建物用途の重要さと近接する山崎断層帯等による高い地震危険度を考慮して免震構造が採用されている。



写真1 建物外観（奥の建物が本館）

2 建物概要

本建物の主な用途は1、3階に事務所、2階が診療所となっている。1階の床下は免震部材を配置した免震層を設け、その下部が基礎となっている。

平面は短辺12m、長辺30mの長方形の空間で、将来の間仕切り変更への対応を考慮し、LGS間仕切り壁による用途区画としている。本館とは免震用のエキスパンション・ジョイントを設けた渡り廊下でつながっている（写真2）。設備配管に対しては免震層の変位に追従できる機構とし、エレベーターシャフト

と階段室は上部躯体より吊り下げる方式とし、周囲にクリアランス550mmを設けている。

建 物 名 称：姫路市医師会 西館

建 築 場 所：兵庫県姫路市西今宿三丁目623-2他

建 築 主：社団法人 姫路市医師会

設 計：小野設計

構 造 設 計：小野設計、CERA建築構造設計

主 要 用 途：事務所・診療所

建 物 規 模：階数：地上3階

最高部の高さ：GL + 14.00m

建 築 面 積：414.83m²

延 床 面 積：1,125.53m²

構 造 種 別：鉄筋コンクリート構造

架 構 形 式：耐力壁付きラーメン構造

基 礎 形 式：直接基礎

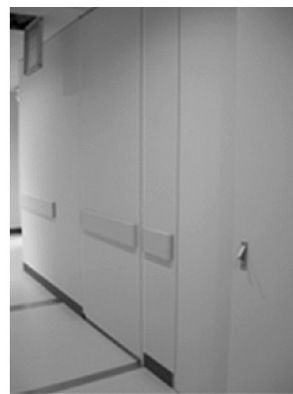


写真2 本館との渡り廊下（外観、内観）
（外観写真の左側：本館、右側：本建物）

3 近隣の活断層概要

建設地の近辺には、図1に示すように山崎断層帯がある。この断層帯が破壊した場合には図2に示すような震度分布が想定されている。発生確率は今後

30年以内に最大5%と推定されており、その規模はM7.3程度で、建設地近辺では震度5強～震度6強となる。



図1 周辺の活断層分布

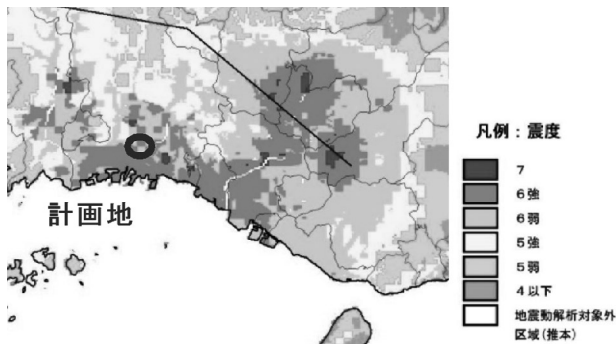


図2 山崎断層帯主部による想定震度分布
(出典：兵庫県地域防災計画 平成24年修正版)

4 構造計画概要

建設地の地盤はGL-36m～41m以深にN値60以上の砂礫層があり工学的基盤とし、それ以浅には近くを流れる夢前川によって運ばれた砂礫が表層まで堆積している。図3に地盤断面図を示す。基礎構造は、N値にはばらつきがあるがGL-4.05mを基礎底とする直接基礎としている。免震層は基礎直上と1階床下の間に設けた基礎免震構造としている。上部構造は短辺12mを1スパンとし、長辺30mを5スパンとした鉄筋コンクリート造のラーメン構造としている。玄関廻りはカーテンウォール及び大きな庇を考慮して、鉄骨造としている。図4に1階伏図、図5に長辺軸組図を示す。

5 免震層の設計概要

免震部材は天然ゴム系積層ゴム支承Φ650-4基、中摩擦系弾性すべり支承Φ500-4基、高摩擦系弾性すべり支承Φ500-4基で構成している。積層ゴム支承は4隅に配置し地震時の変動軸力による影響を少なくし、またねじれ抵抗を増すようにしている。また、同様な目的で、弾性すべり支承も高摩擦系のもの

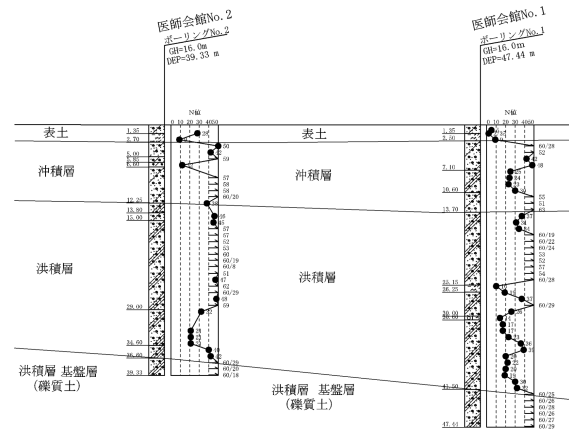


図3 地盤断面図

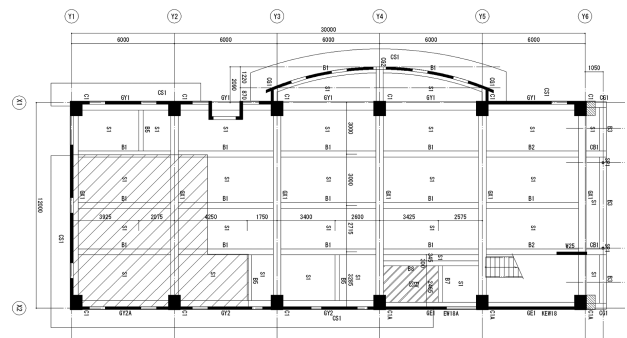


図4 1階伏図

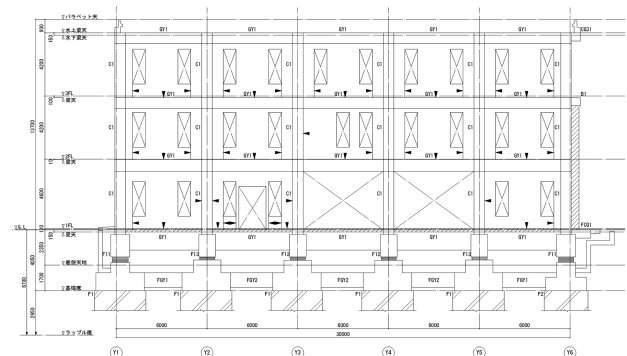


図5 長辺軸組図

のを外に配置し、中摩擦系のものを中央部に配置している。図6に免震層伏図を示す。本システムの選定では設計用地震波に対して以下の主に3点において評価し決定している。

- ①免震性能は、できるだけ高いものとする。
 - ・機器の転倒を防止するため床応答加速度で200ガル (cm/s^2) 程度以下とする。
 - ・下記の表1の耐震性能目標を満たすこと。など
- ②免震構造として必要とされる諸機能を有すること。
 - ・免震部材は安定した変形領域で使用されること。
 - ・水平クリアランスを500mm以下とすること。
 - ・中規模な地震（震度4～5弱）から免震効果が発揮されること。ほか
- ③免震システムの耐久性の確保と維持管理が容易にできること。

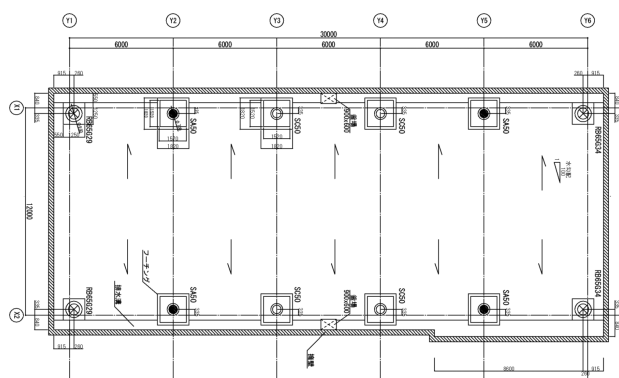


図6 免震層伏図、免震部材配置図

6 地震応答解析概要

6.1 耐震性能目標

耐震性能目標は、建物の用途、想定される地震動などに対して建物に要求される機能から設定し、設計地震動を用いた時刻歴応答解析によって確認を行っている。表1に主要構造体と免震部材の耐震目標を地震動レベルに分けて示す。

表1 耐震性能目標

		稀に 発生する地震動	極めて稀に 発生する地震動
上部 構造	応力	許容応力度以内	許容応力度以内
	層間変形角	1/250 以下	1/200 以下
	応答加速度	100cm/s ²	200cm/s ²
免 震 層	層間変位	220mm 以下	440mm 以下
	せん断歪み	150% 以下	300% 以下
	面圧(圧縮側)	短期許容面圧以下	圧縮限界面圧以下
	引張側	積層ゴム 引き抜き許容しない	引き抜き許容しない
下部 構造	躯体・地盤 応力	短期許容応力度 以内	短期許容応力度 以内

表2 設計入力地震動

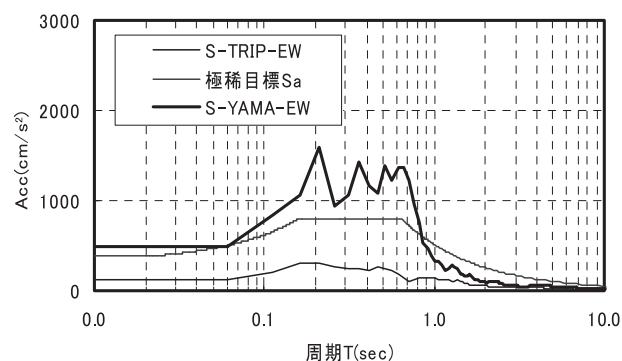
地震動	略 称	入力最大加速度 (cm/s ²)*1
EL CENTRO1940 NS	L1-ELCEN-NS	255.4 (25)
	L2-ELCEN-NS	510.8 (50)
HACHINOHE1968 EW	L1-HACHI-EW	122.1 (25)
	L2-HACHI-EW	244.2 (50)
TAFT 1952 EW	L1-TAFT-EW	248.4 (25)
	L2-TAFT-EW	496.8 (50)
JMA(神戸) 1995 NS	L1-KOBE-NS	225.0 (25)
	L2-KOBE-NS	450.0 (50)
告示波(八戸位相)	L1K-HACHI-NS	95.6 (13.7)
	L2K-HACHI-NS	483.9 (68.7)
告示波(神戸位相)	L1K-KOBE-NS	97.3 (11.1)
	L2K-KOBE-NS	486.6 (59.9)
告示波(乱數位相)	L1K-RAN2	89.9 (9.5)
	L2K-RAN2	425.2 (48.4)
山崎断層帯による地震動	-	-
東海・東南海・南海地震 の3連動地震動	S-YAMA-EW	483.3 (39.1)
	S-TRIP-EW	114.3 (10.3)

*1 () 内は最大速度(cm/s)

*2 L1:稀に発生する地震動レベル、L2:極めて稀に発生する地震動レベル

6.2 設計入力地震動

入力地震動は、一般に使用されている観測波、平12建告1461号による告示波、サイト波として近接する山崎断層帯による地震動、海洋型の東海・東南海・南海3連動地震を想定したものとした。その諸元リストを表2に示す。告示波とサイト波は建設地の表層地盤の特性考慮した地盤モデルの応答解析を介して作成している。告示波は、位相にHACHINOHE 1968 NS、一様乱数、JMA KOBE 1995 NSの3波のものを採用している。図7にサイト波の加速度応答スペクトルを示す。



加速度応答スペクトル h=0.05

図7 サイト波の加速度応答スペクトル

6.3 解析モデル

時刻歴応答解析モデルは各層を1質点とした2次元4質点系等価せん断型モデルとした。上部構造は、RC構造のため履歴特性をDegrading-Tri-Linear型(武田モデル)とした。免震部材の水平復元特性は、積層ゴム支承を線形弾性モデルとし、弾性すべり支承を標準バイリニア型モデルとした。減衰特性は、上部構造を剛性比例型の等価粘性減衰定数でh=2%とし、免震部材は履歴減衰のみとした。

このモデル化による上部構造の固有値解析結果を表3に示す。積層ゴム支承の水平ひずみ200%時の固有周期は約4秒程度あり、想定する極めて稀に発生する大地震時には、免震効果が十分に発揮されると推定される。

表3 固有周期 単位: (sec)

	X方向			Y方向		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次
基礎固定	0.43	0.15	0.11	0.22	0.08	0.05
免震構造 (200%歪時)	3.99	0.27	0.14	3.98	0.13	0.07

6.4 時刻歴応答解析結果

応答解析の結果として極めて稀に発生する地震動に対して免震部材の最大ばらつきを考慮した最大応答結果を図8に示す。ここでは、プラス側のばらつき時を上限状態、マイナス側のばらつき時を下限状態と呼ぶ。

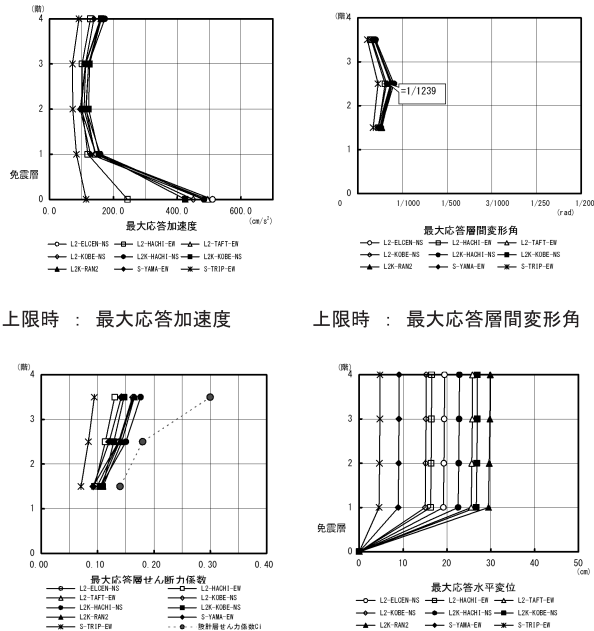


図8 極めて稀に発生する地震動のX方向加振応答結果

最大応答結果は、

- ・最大加速度：170cm/s²程度以下、
- ・最大層間変形角：1/1200rad程度以下、
- ・最大免震層の変位：300mm（200％）程度以下
- ・最大層せん断力係数：0.12（1F）～0.16（3F）以下

となっている。免震部材の面圧、変形限界も許容値以下であり、耐震性能目標を満たしている。

余裕度の検討では入力地震動の加速度を1.4倍した時点で免震部材が変形限界となっている。

7 免震層の管理用設備

免震層には免震部材の性能を維持するために建物に適した設備機器が必要とされる。本建物では主に写真3に示す機器等のほか、配管の免震用継ぎ手、残留変形確認用下げ振りが設置された。



a. 釜場と排水設備



b. オービット変位記録装置



c. ガス探知器



d. 搬出用マシンハッチ

写真3 維持管理のために免震層に必要とされる諸設備

8 おわりに

本建物は、用途上の重要性和活断層に近い立地を考慮し、耐震性能の向上を図るため免震構造が採用された。今後予想される大地震時にはその機能が発揮され期待に添えるものと確信している。

最後に本プロジェクトを進めるにあたり、施主である姫路市医師会の理事の皆様、並びに工事関係者の皆様には、多大なるご指導とご協力を頂き、心より深く御礼申し上げます。