

新潟市民病院



鈴木 正英
伊藤喜三郎建築研究所



中村 雅俊
同

1 はじめに

新潟市民病院は、地域の中核を担う病院として、JR新潟駅の南方約5kmの鳥屋野潟公園に面した敷地に移転新築される660床の総合病院である。本病院は、「災害拠点病院としての機能」を大きな目標の一つとしており、免震構造を採用することにより高い耐震性を確保している。また、災害時の総合的な機能維持をはかるため、免震化された建物内部に各種設備系を駆動するための自家発電機を設置し、上水、雑用水、医療ガス(液酸・液窒素)の各種タンクを備えている。

本稿では、建物の計画概要および構造設計の概要を紹介する。



図1 外観写真1



図2 外観写真2

2 建築概要

建物概要

建物名称：新潟市民病院
用途：病院
建築場所：新潟市中央区鐘木463-7
建築主：新潟市長 篠田 昭
設計・監理：株式会社 伊藤喜三郎建築研究所
建築施工：戸田・第一・田中・櫛谷・廣瀬・佐藤企業特定共同企業体

敷地面積：79,999.98m²
建築面積：11,123.48m²
延床面積：49,681.47m²
階数：地上11階 塔屋1階
軒高：49.375m
最高部高さ：50.500m
構造種別：免震構造、鉄骨造(CFT柱+S梁)
架構形式：ラーメン構造
基礎構造：場所打ちコンクリート杭(アースドリル拡底工法)

本病院の構成は、1階が外来及び救急外来他、2階は産婦人科母子医療センター及び外来、3階は将来の医療事情の変化によるレイアウト変更や設備の更新に柔軟に対応するための設備階を配置し、4階から救命救急と循環器・脳卒中センター、5階は病棟及びリハビリ、6階から10階が病棟、11階は機械室となっている。また、エネルギーセンターは病院棟と階高が異なることから、1階柱から病院棟と構造的に切り離して構成している。

3 構造計画概要

本建物の3階状図を図3、基準階伏図を図4、軸組図を図5に示す。病院本館の建物平面は、約130m×65mのほぼ矩形をしているが、低層の診療部の北側に高層の病棟が偏心して配置している。病棟は4つの円を花卉

状に並べた特徴的な平面で構成している。このような偏心の大きな平面の建物の場合、耐震構造であれば病棟と診療棟の間にエキスパンションジョイントを設け構造的に切り離して設計を行うのが一般的であるが、本建物は免震層においてねじれが小さくなるように免震部材配置を工夫し、ねじれ応答が小さくなるように設計を行い、一体の建物として設計を行った。

免震部材は、支承材として天然ゴム系積層ゴム支承122基と弾性すべり支承56基、減衰部材としてオイルダンパー90基を用いた。天然ゴム系積層ゴム支承は、軸力に応じて850φ～1200φを使い分け建物外周部に配置した。低層部分の軸力変動の小さな内柱直下には、免震層の長周期化と偏心調整を目的に600φ～800φの弾性すべり支承を配置した。積層ゴムと弾性すべり支承の全体比率は、免震層の周期を5秒程度にすることを目標に積層ゴム65%、弾性すべり35%の比率とした。

基礎形式は、GL-32m以深の海成砂層に支持を取る杭基礎とした。基礎の形状は施工性と経済性を考慮してマットスラブ(厚さ1,500)とした。また、GL-6～8mの砂層が地表面加速度350galで液状化のおそれがあるため、砂杭による静的締め固め工法による液状化対策を、建物直下およびその周囲、インフラの導入経路部分、緊急車輛の車路に行った。

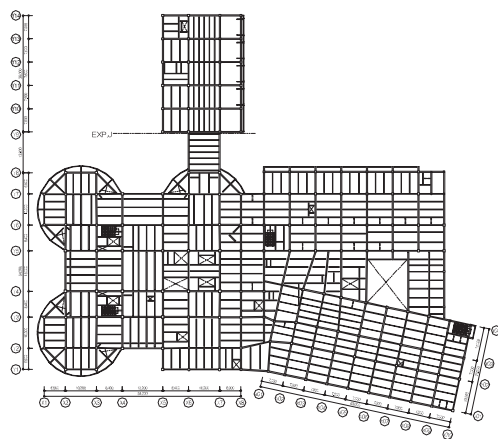


図3 3階伏図

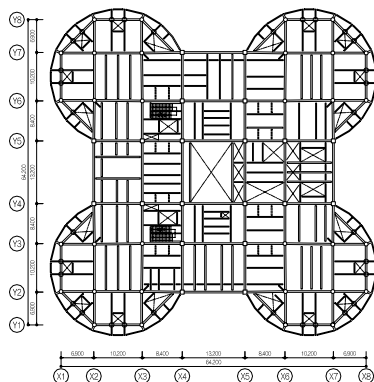


図4 基準階伏図

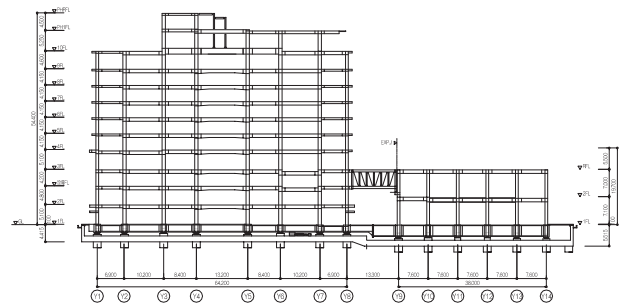


図5 軸組図



図6 砂杭による地盤改良工事の様子

4 設計方針

本建物の耐震設計性能目標は、極めて稀に発生する地震動に対して、上部構造の各部材は許容応力度以下、層間変形角は1/200以下とし、免震部材は変形60cm以下せん断歪300%以下とし、下部構造は許容応力度以下とした。これらの詳細を表1に示す。

表1 設計目標性能

	荷重・地動	上部構造	免震装置	下部構造	配管・EXP. J
				基礎マット、杭	
静的	長期・短期	許容応力度以下	—	許容応力度以下	—
	稀に発生する地震動(レベル1)	許容応力度以下 層間変形角 $\leq 1/400$	目標変形 30cm 以下 ($\gamma=150\%$ 以下) 引抜力が生じない	許容応力度以下	無被害
	極めて稀に発生する地震動(レベル2)	許容応力度以下 層間変形角 $\leq 1/200$	目標変形 60cm 以下 (性能保証変形: $\gamma=300\%$ 以下) 引張限界強度以下	許容応力度以下	無被害
動的	安全余裕度検討	弾性限耐力以下	目標変形 70cm 以下 (限界変形: $\gamma=350\%$ 以下) 引張限界強度以下	弾性限耐力以下 (杭: 終局強度以下)	—

5 地震応答解析概要

5.1 設計用入力地震動概要

入力地震動は、観測波3波(EL CENTRO 1940NS、TAFT 1952EW、HACHINOHE 1968EW)と、告示波3波(八戸位相、JMA神戸位相、一様乱数位相)に加え、サイト波として月岡一櫛形断層の特性化震源モデルを用いて、統計的グリーン関数法により作成した模擬波の計7波を解析に用いた。

表2 採用地震波一覧

地震波	レベル1		レベル2	
	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
EL CENTRO 1940 NS	2.554	0.250	5.108	0.500
TAFT 1952 EW	2.484	0.250	4.968	0.500
HACHINOHE 1968 EW	1.277	0.250	2.554	0.500
ART1 (HACHINOHE位相)	0.675	0.121	2.682	0.581
ART2 (JMA-KOBE位相)	0.691	0.154	2.605	0.796
ART3 (乱数位相)	0.817	0.133	2.421	0.668
SITE(月岡-櫛形断層) X方向	-	-	1.776	0.427
SITE(月岡-櫛形断層) Y方向	-	-	1.903	0.552

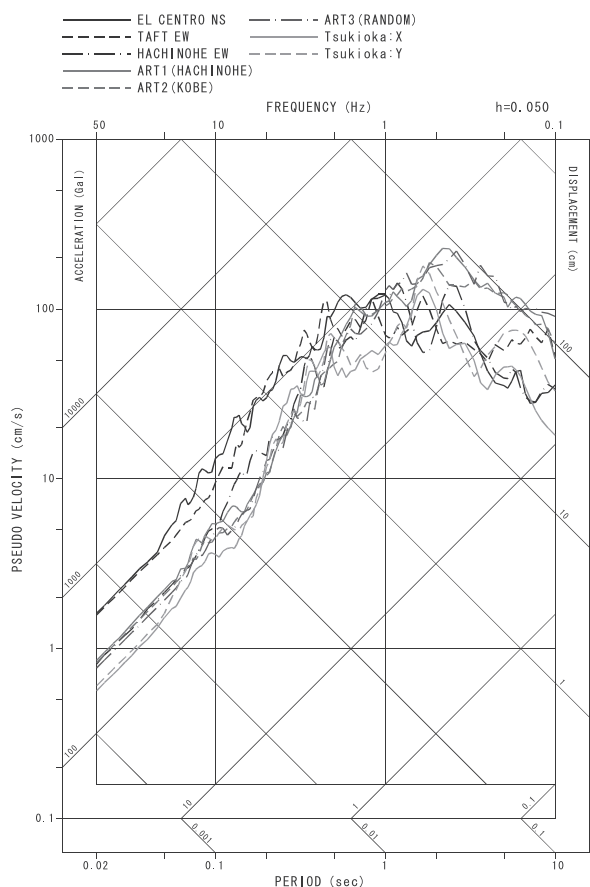


図7 レベル2擬似速度応答スペクトル

5.2 立体振動モデルの概要

本建物は、免震層の偏心を極力小さくなる様に免震部材を配置しているが、免震層の平面形状が約130m×約114mと大きいことと、エネルギーセンター部分が、1階から上部の部分が病院部分から独立しているため、高層の病棟部分と低層の診療棟部分と1階から独立したエネルギーセンター部分の3棟を棟ごとに解析を行い等価せん断棒に置換し、病棟と診療棟部分は床剛性を評価して接続した。各等価せん断棒の設定は、別途荷重漸増弾塑性解析を行って得られた層せん断力-層間変形角($Q-\delta$)曲線によりTri-linearモデルに近似した。上部構造モデルには1階床位置で固定とした場合の弾性1次振動数に対して減衰

定数2%の内部粘性減衰を用いた。免震層は支承材の積層ゴムと弾性すべり支承はマルチスプリングに置換し、オイルダンパーはダッシュポットに置換した。地盤ばねは、杭と地盤の動的相互作用を表すスウェイロッキングばねに置換した。これらの要素を連結した20質点立体モデルを用いて地震応答解析を行った。

極めて稀に発生する地震動の入力時(レベル2時)の応答解析結果を図9と図10に示す。標準状態における免震層の最大変位は47cmであり、最大床応答加速度は4階以下の診療階において183gal、建物頂部において268galであった。その他の解析結果はいずれも耐震性能目標を満足していることを確認した。

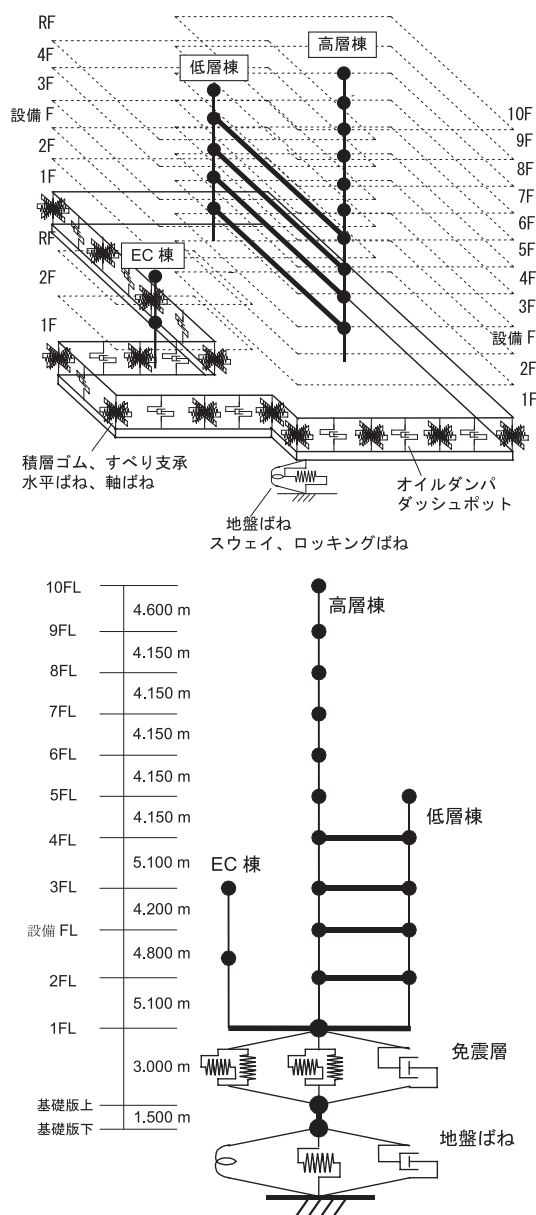


図8 立体振動解析モデル

表3 地震応答結果

*応答結果

免震部材	最大相対変位(cm)	レベル1	X方向	8.5	HACHINOHE
			Y方向	8.6	TAFT
		レベル2	X方向	47	ART2
			Y方向	45.4	ART2
	最大せん断力係数	レベル1	X方向	0.045	TAFT
			Y方向	0.044	TAFT
		レベル2	X方向	0.122	ART2
			Y方向	0.122	ART2
上部構造	頂部最大絶対加速度(cm/s ²)	レベル1	X方向	139.3	EL CENTRO
			Y方向	121.7	EL CENTRO
		レベル2	X方向	268.3	EL CENTRO
			Y方向	226.1	HACHINOHE
	最下階最大せん断力係数	レベル1	X方向	0.053	HACHINOHE
			Y方向	0.046	HACHINOHE
		レベル2	X方向	0.125	ART2
			Y方向	0.13	ART2
	最大層間変形角	レベル1	X方向	1/509	HACHINOHE
			Y方向	1/471	EL CENTRO
		レベル2	X方向	1/251	ART2
			Y方向	1/256	ART2

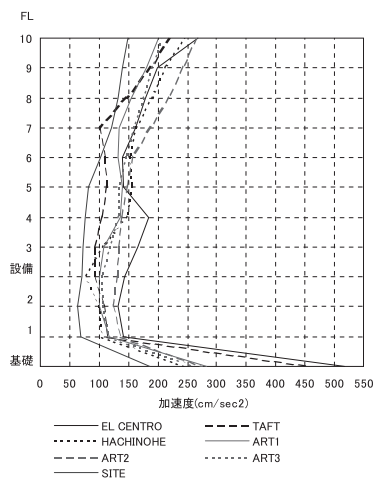


図9 レベル2応答解析結果 (X方向)

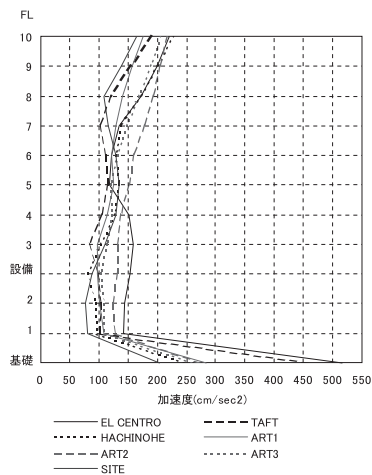


図10 レベル2応答解析結果 (Y方向)

6 おわりに

本病院は、2005年2月に着工し、2007年11月に開院した。開院前の2007年7月16日に新潟県中越沖地震が発生し、敷地付近では震度4を記録した。その時、本病院では開院準備が始まっており、医療機材や什器の搬入を行っていたため多くの病院関係者の方々が建物内で作業をされていた。建物外に居た方々が機材搬入の手を止めて揺れが終了するのを待っていたのとは対照的に、建物内に居たほとんどの方は地震があった事を御存知ではなかった。その方々は、後に大きな地震があった事を知って、免震建物の揺れの低減効果に驚かれたと聞いた。このようなお話を伺うと設計者としてはほっとするが、一方で2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震と短い期間に2度の大きな地震の被害を受けた方々のことを思うと、常に大地震をイメージして建築・構造・設備の総合的な耐震設計を行うことの大切さを改めて感じる。

本病院の設計および監理に際しては、新潟市民病院新病院建設課および新潟市建築部公共建築第1課の皆様から多くのご指導や助言をいただきました。また、施工者の皆様の熱意で無事竣工することが出来ました。お世話になりました皆様に厚く感謝を申し上げます。