

高松市みんなの病院



阪上 浩二
山下設計

1 はじめに

建設場所は香川県高松市仏生山町で高松市の南北の中心に位置している。敷地は、ことでん仏生山駅から西に100m程の旧香川県農業試験場跡地である。高松市では2病院、1診療所を運営していたが、このうち高松市民病院と高松市民病院附属香川診療所を移転統合し本病院を整備することとなった。

建物は、病院棟、エネルギー棟、リニアック棟の3棟で構成されるが、剛性・耐力が著しく異なるリニアック棟を基礎からExp.Jで切り離し別棟とした。



写真1 前面道路からの外観

2 建築計画

病院棟は、地上6階、塔屋1階の計画で、1階～2階および3階西側が救急・検査・外来・事務部門で、3階東側と4階～6階が病棟で構成される。

建物の形状は、低層部の1階～2階までが102×70mのおおむね長方形で、3、4階で段階的にセットバックをしており、4階以上は102×36m長方形をベースとしたH型の平面形状をしている。

外壁はRC壁、内壁はRC壁および軽量間仕切り壁である。床はRCスラブで構成される。

また、建物の西側にはRC造で地上3階建てのエネルギー棟を配置しており。病院棟とエネルギー棟は免震層で一体となっている。

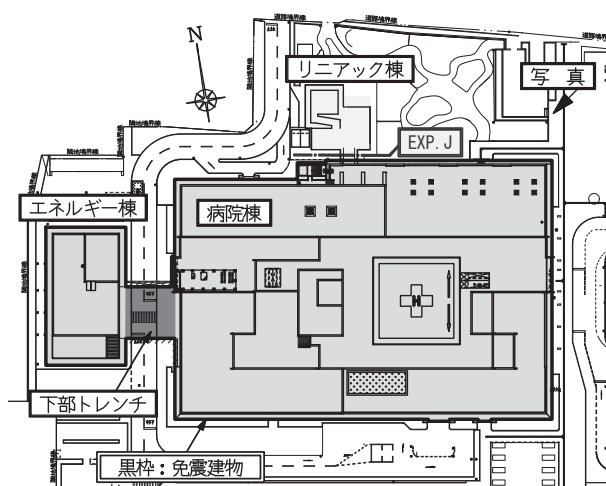


図1 配置図

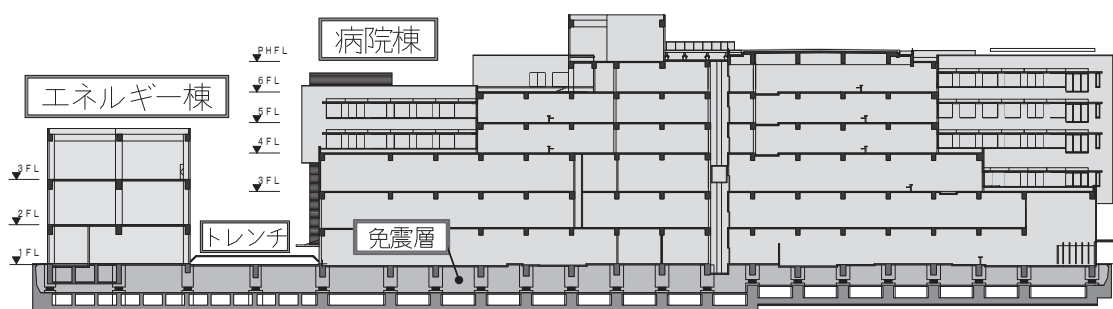


図2 東西断面図

3 建物概要

建物場所：高松市仏生山町字鵜殿口甲808番1他

建 築 主：高松市

設計・監理：山下・森設計共同企業体

施 工 者 名：西松・合田特定建築工事共同企業体

建築面積：8.382m²

延べ面積：28,065m²

用 途：病院

構造：上部構造 鉄筋コンクリート造

一部 鉄骨鉄筋コンクリート造

プレストレストコンクリート造

下部構造 鉄筋コンクリート造

基礎：直接基礎

階数：地上6階、地下無し、塔屋1階

高さ：33.3m

竣工：2018年5月

4 構造計画概要

4.1 上部架構計画の概要

上部構造種別は鉄筋コンクリート造（RC造）を主体とし、ロングスパンに鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造）および場所打ちプレストレストコンクリート梁（PS梁）を採用した。両者の使い分けは、建物外周部で緊張工事がし易く梁スリーブが少ない部分にPS梁を採用し、建物中央部の緊張工事が難しく梁スリーブが多い部分をSRC造とした。架構形式は、コア周り、両妻面およびレイアウト変更の可能性が少ない部門間等の壁をRC壁とした耐震壁付ラーメン構造である。エネルギー棟は、設備開口を多く必要とするためRC造の純ラーメン構造とした。

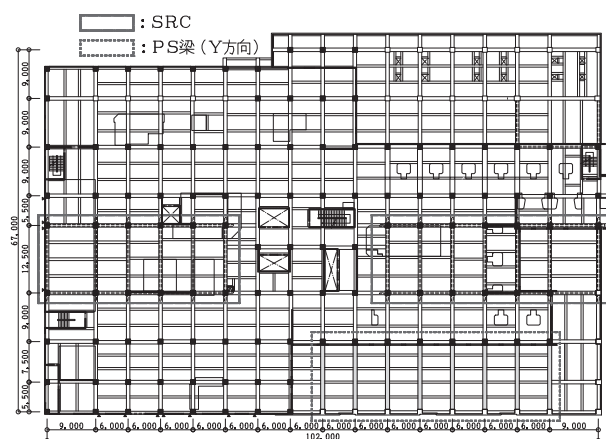


図3 病院棟 3階床伏図

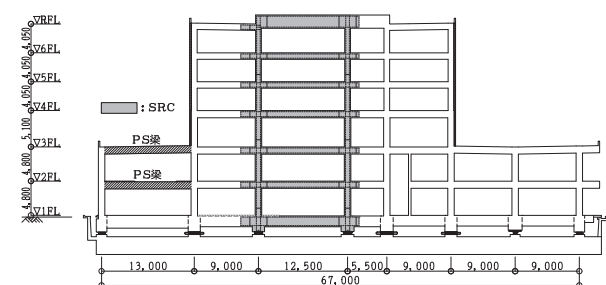


図4 病院棟 南北方向軸組図

4.2 免震構造概要

免震層は、天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム、積層ゴム一体型U型ダンパー、直動転がり支承を採用し、1階床下に設置する。エネルギー棟では、免震層を効率よく設備スペースとして利用したいため、部材の平面寸法が大きくなる積層ゴム一体型U型ダンパーを配置せず、天然ゴム系積層ゴムおよび鉛プラグ入り積層ゴム、直動転がり支承のみを配置する。免震層のクリアランスは、地震応答解析により、55cmとする。



図5 免震部材の配置

5 地震応答解析

5.1 設計用入力地震動

表1に設計用入力地震動採用波一覧を示す。サイト波とし長尾断層地震、中央構造線地震、東南海・南海地震を使用した。

表1 設計用入力地震動

入力地震動	レベル2		
	解析時間 (sec)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)
El-Centro_NS	53	459.2	45.0
Taft_EW	54	447.3	45.0
Hachinohe_NS	51	302.9	45.0
告示波(Hachinohe)	120	313.1	48.82
告示波(Kobe)	60	328.6	56.23
告示波(El-Centro)	60	299.5	42.05
長尾断層地震	30	339.2	22.95
中央構造線地震	80	530.6	49.02
東南海・南海地震	240	131.9	27.52

※告示波()内は、位相特性を示す。

5.2 時刻歴応答解析モデル

解析モデルは、基礎を固定、各層床位置を剛床とした質点系にモデル化し、全11質点（病院棟：7質点、エネルギー棟：4質点）の等価せん断型モデルで、X・Y並進およびZ方向回転（ねじれ）の3自由度を考慮した解析を行う。免震層は棟別にそれぞれ剛床とし、それらの剛床をトレンチ部のスラブおよび周辺大梁をモデル化した板要素および軸バネ要素にて連結する。免震部材は、剛性・復元力特性を平面座標に1基ずつ配置してモデル化を行う。上部構造については、質量および剛性を1階の重心位置に配置したモデルとする。

天然ゴム系積層ゴム支承、鉛プラグ入り積層ゴム支承、積層ゴム一体型U型ダンパーは、いずれの方向にもほぼ等しい剛性および降伏耐力を持たせるため、マルチシアスプリング（MSSモデル）とし、エレメント本数は8本（45° 毎配置）とする。

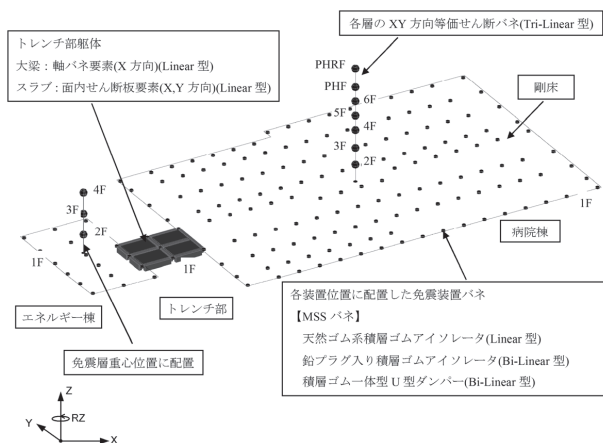


図6 時刻歴応答解析モデル

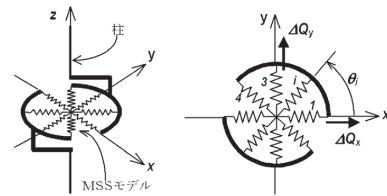


図7 MSSモデル概念図

5.3 固有値解析結果

病院棟およびエネルギー棟をそれぞれ切り離し、2棟が免震部材を含め独立していると仮定し、算出した固有値解析結果を表2、表3に示す。

表2 固有値解析結果1（病院棟のみで算出）

	上部構造固有周期 [sec]			L1変形時固有周期 [sec]			L2変形時固有周期 [sec]		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次
X方向	0.357	0.167	0.102	2.794	0.253	0.135	3.467	0.255	0.139
Y方向	0.368	0.168	0.106	2.794	0.264	0.138	3.469	0.277	0.146

表3 固有値解析結果2（エネルギー棟のみで算出）

	上部構造固有周期 [sec]			L1変形時固有周期 [sec]			L2変形時固有周期 [sec]		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次
X方向	0.436	0.189	0.144	2.695	0.327	0.180	3.384	0.350	0.195
Y方向	0.397	0.165	0.130	2.692	0.299	0.158	3.381	0.312	0.164

病院棟とエネルギー棟を一体とした場合で、L2地震時相当変形時の結果を表4に示す。

表4 固有値解析結果3（建物全体で算出）

次数	固有周期 (sec)	刺激係数			備考
		X方向	Y方向	θ	
1	3.584	0.232	1.044	-0.377	Y方向
2	3.582	-0.966	0.214	0.005	X方向
3	2.606	0.019	0.083	23.931	ねじれ

設計上、L1およびL2相当変形時の等価周期をほぼ同じになるように免震部材を配置し、トレンチ部位に位相差による大きな応力が発生しないように計画した。また、このことは、免震層の回転の抑制にもつながっている。

5.4 L2地震応答解析結果

5.4.1 最大応答値

L2地震応答解析結果の最大応答値を表5に示す。最大加速度174.1 (cm/sec²)、最大層間変形角1/1558 (rad)、免震層の最大変位319 (mm) で、いずれも設計クライテリアを満足している。

表5 レベル2最大応答値

入力地震動	設計クライテリア	レベル2 最大応答値		
		棟名	X方向	Y方向
最大加速度(cm/sec ²)	250.0 cm/sec ² 以下	病院棟	174.1	171.8
		エネルギー棟	151.8	164.0
最大層間変形角(rad)	1/500 rad 以下	病院棟	1/3404	1/3460
		エネルギー棟	1/1558	1/1692
免震層重心位置変位(mm)	410 mm 以下	病院棟	285	283
		エネルギー棟	285	319
		建物全体	285	287

5.4.2 免震層変位

免震層の隅部変位が最大となる地震動（告示波 Kobe）のY方向加力時軟化ケース、重心変位に対する隅部変位比率が最大となる地震動（長尾断層地震）のY方向加力時硬化ケースでの免震層の変位応答結果を図9、図10、図11に示す。

長尾断層地震では免震層の隅部変位と重心位置変位の比率の最大値は1.248倍で、数値的にはねじれ振動を併発こととなるが、並進方向の最大変位は64.1mmと大きな変形ではない。

変位が最大となる告示波（Kobe）では、重心位置変位に対する隅部変位比率は最大1.129と約13%小さくなっているが図10の免震層の変位から並進方向の応答が支配的であることがわかり、上部構造がツイントワー形状となっていることの影響は小さいと考えられる。また、隅部位置の最大変位は、323.5mmで、設計クライテリア以内に納まっている。

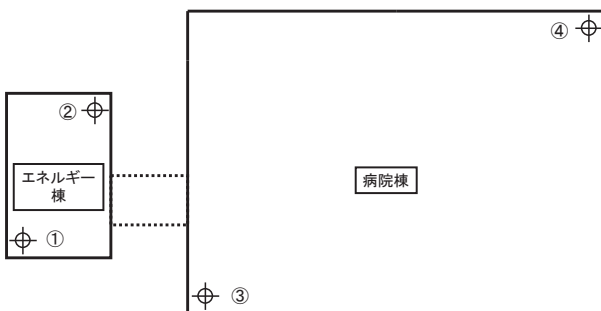


図8 変位抽出位置

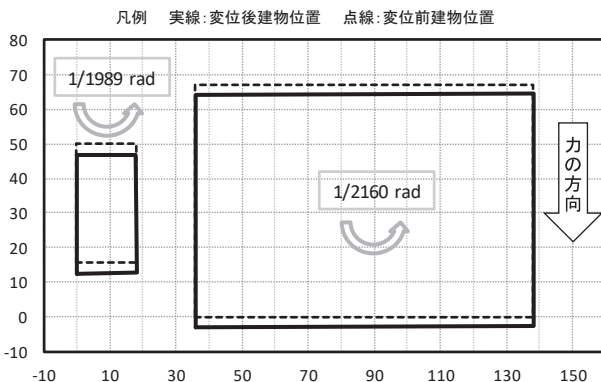


図9 告示波（Kobe）Y方向軟化ケースの免震層回転

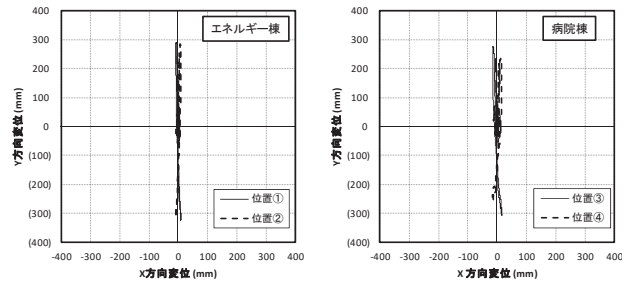
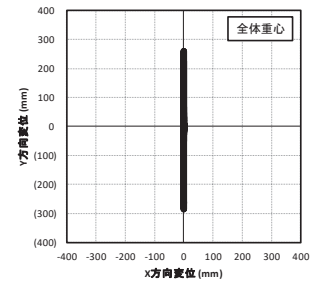


図10 告示波（Kobe）Y方向軟化ケースの免震層変位

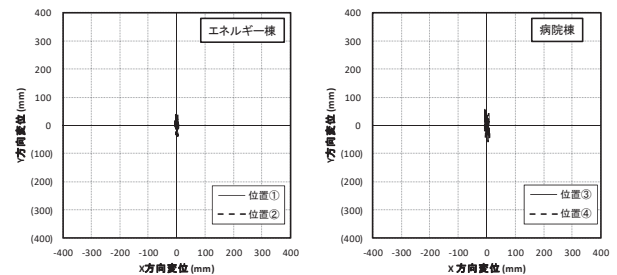
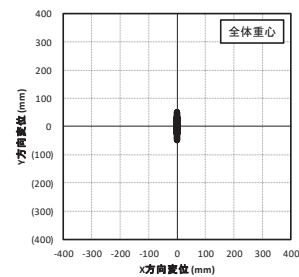


図11 長尾断層地震Y方向硬化ケースの免震層変位

おわりに

本建物の設計から竣工に至るまで、関係者の皆様方には多大なご理解、ご協力を頂きました。この場をお借りして心よりお礼申し上げます。