

設計 }
 構造 } 株式会社 山下設計
 監理 } 未定

仙台市立病院

免震構造

本建物は、地下1階、地上11階、塔屋1階のRC造の病院である。
 免震材料は、天然ゴム系積層ゴム支承、錫プラグ入り積層ゴム支承、直動転がり支承、鋼材ダンパー(ゴム支承一体型)、及びオイルダンパーを採用している。

評価番号 ERI-J10065
 評価年月日 平成23年3月31日
 認定番号 MNNN-5639
 認定年月日 平成23年6月20日

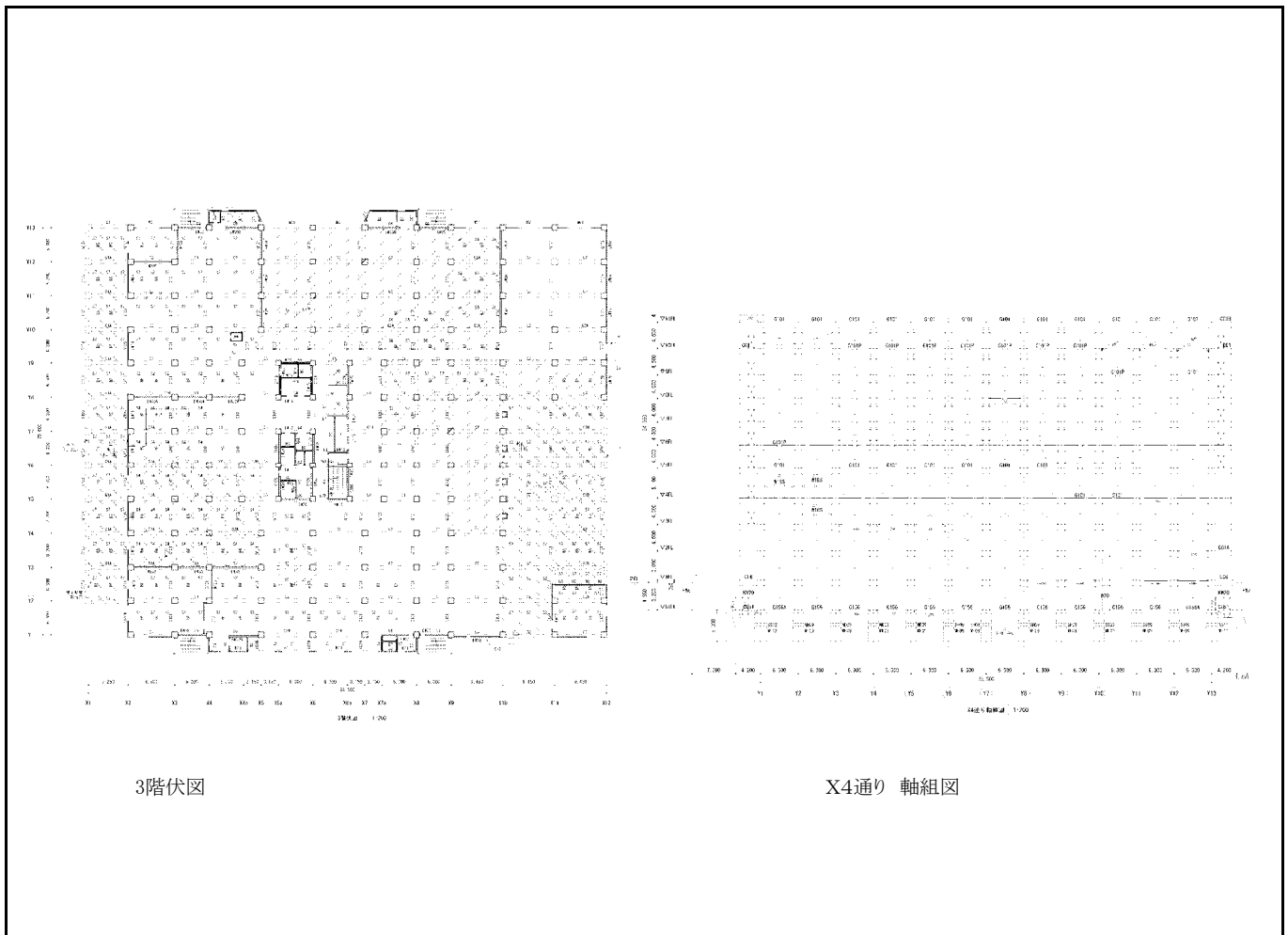
基準階階高	4.00m
1階階高	5.00m
地階階高	5.20m
基礎底深さ	設計 GL-11.800m

* 建築物概要

建築場所	宮城県仙台市太白区あすと長町一丁目1番地
用途	病院
敷地面積	35,018.30 m ²
建築面積	8,322.39 m ²
延べ面積	52,353.91 m ²
基準階面積	3,206.60 m ²
地上	11階
地下	1階
塔屋	1階
軒の高さ	54.55m
建築物の高さ	55.25m
最高部の高さ	55.25m

* 地盤

設計用 G.L	T.P+13.65m	設計用地下水位	G.L-6.65m		
			N地	Vs値(m/s)	極めて稀に発生する地震に対する液状化の有無
土質 及び N値	GL-m	地層	N地	Vs値(m/s)	極めて稀に発生する地震に対する液状化の有無
	0~1.98 (0~1.0)	盛土	-	190	無
	1.98~3.53 (1.0~2.55)	細砂	5	190	無
	3.53~20.13 (2.55~19.5)	砂礫	36~50以上	380	無
	20.13~25.58 (19.15~24.6)	互層帯	15~51	330	無
25.58~ (24.6~)	砂礫	50以上	580	無	
工学的基礎位置	G.L-25.6m		液状化対策		無



○構造概要

*基礎構造

地業形式	べた基礎	
基礎構造		
地盤の許容支持力	長期 400kN/m ²	短期 800kN/m ²
接地圧	長期 230kN/m ²	短期 577kN/m ²

*主体構造

骨組形式 種別	地上階:構造種別 鉄筋コンクリート造 骨組形式 耐震壁付ラーメン構造 地下階:構造種別 鉄筋コンクリート造 骨組形式 耐震壁付ラーメン構造
耐力壁その他	鉄筋コンクリート造
柱・はり 断面材料	<p><使用材料></p> <p>コンクリート Fc=30~36N/mm²</p> <p>鉄筋 D10~D16:SD295A,D19~D25:SD345,D29以上:SD390 S13~S16:785N/mm²級高強度鉄筋</p> <p>鉄骨 SS400,SN400,SN490,STKN490</p> <p><主要断面></p> <p>柱 鉄筋コンクリート造 B×D=1,400×1,400~900×900</p> <p>大梁 鉄筋コンクリート造 B×D=600×1,500~400×800</p> <p>B1階梁 鉄筋コンクリート造 B×D=500×3,300~600×1,200</p> <p>地中梁 鉄筋コンクリート造 B×D=1,500×3,400~900×2,800</p> <p>免震ピット擁壁 鉄筋コンクリート造 t=400~2,100</p>
柱・梁 接合部	鉄筋コンクリート造
床形式	鉄筋コンクリート造
屋根形式	鉄筋コンクリート造 一部鉄骨鋼板
非耐力壁	外壁 鉄筋コンクリート造 内壁 鉄筋コンクリート造、軽量鉄骨下地ボード張り
構造上の特色	<p>・鉄筋コンクリート造で、耐震壁付ラーメン構造である。</p> <p>・免震層の位置は、地下1階梁下の基礎免震部分、地下1階柱頭免震部分、1階梁下基礎免震部分がある。</p> <p>・免震装置は、天然ゴム系積層ゴムアインレータ、錫プラグ入り積層ゴムアインレータ、積層ゴム一体型U型ダンパー、直動転がり支承およびオイルダンパーを使用。</p>

*免震部材

錫入り積層 ゴム37基	形状寸法 ・ 数量	SH09	SS09	SS12	
		1次形状係数:S1	31.8	31.8	32
		2次形状係数:S2	4.6	5.1	6.1
		ゴム面圧(N/mm ²)	12.5	15	15
		有効ゴム径(mm)	900	900	1200
		ゴム層	29	26	22
		内部鋼板	4.5	4.5	4.5
		鉛プラグ径	180	180	240
		装置高さ(mm)	433.2	339	418.5
		フランジプレート(mm)	32	32	32
アンカープレート(mm)	25	25	25		
アンカーボルト	12-M33	12-M33	12-M36		
天然ゴム系 積層ゴム 83基	形状寸法 ・ 数量	NS09	N10	N11	
		1次形状係数:S1	31.4	31.7	31.5
		2次形状係数:S2	5.1	5.1	5.1
		ゴム面圧(N/mm ²)	12.5	12.5	15
		有効ゴム径(mm)	900	1000	1100
		ゴム層	26	26	26
		内部鋼板	4.5	4.5	4.5
		装置高さ(mm)	399	417.5	438.3
		フランジプレート(mm)	32	32	32
		アンカープレート(mm)	25	25	25
アンカーボルト	12-M33	12-M36	20-M36		
	形状寸法 ・ 数量	ND09	ND10		
		1次形状係数:S1	31.4	31.7	
		2次形状係数:S2	5.1	5.1	
		ゴム面圧(N/mm ²)	15	15	
		有効ゴム径(mm)	900	1000	
		ゴム層	26	26	
		内部鋼板	4.5	4.5	
		装置高さ(mm)	399	417.5	
		フランジプレート(mm)	32	32	
		アンカープレート(mm)	28	28	
アンカーボルト	20-M33	20-M33			

直動転がり支 承33基	形状寸法 ・ 数量	CL04	CL05	CL08	
		長期許容荷重(kN)	3775	4903	7649
		短期許容圧縮荷重(kN)	7550	9806	15298
		短期許容引張荷重(kN)	1366	1777	2171
		ストローク(mm)	650	650	650
		フランジプレート(mm)	65	75	80
		アンカープレート(mm)	25	32	32
		アンカーボルト	24-M24@150	26-M27@150	20-M30@200
		CL10	CL16	CL20	
		長期許容荷重(kN)	9800	15300	19610
		短期許容圧縮荷重(kN)	19610	30590	39220
		短期許容引張荷重(kN)	3550	4340	7100
		ストローク(mm)	650	650	650
		フランジプレート(mm)	85	95	85
		アンカープレート(mm)	32	32	32
		アンカーボルト	52-M27@150	40-M30@200	68-M27@150
		CL32			
		長期許容荷重(kN)	30590		
		短期許容圧縮荷重(kN)	61190		
		短期許容引張荷重(kN)	8680		
ストローク(mm)	650				
フランジプレート(mm)	95				
アンカープレート(mm)	32				
アンカーボルト	56-M30@200				
ゴムの物性	材料	天然ゴム			
	せん断弾性率(N/mm ²)	0.34~0.39			
	破断伸び(%)	600以上			
	引張強度(N/mm ²)	-1			
変形限界	650mm				
認定番号	MVBR-0295,0300,0251,MVBR-0320,0323 MVBR-0372,0373,0374,0383,0268,0296,0382,0271 MVBR-0272,0147,0253,0338 MVBR-0326,0407				

*荷重

積載荷重		床用(N/m ²)	架構用(N/m ²)	地震用(N/m ²)
	最上階	1800	1300	600
	基準階	1800	1300	600
	最下階	2900	2400	1300
積雪荷重	最深積雪量	40cm		
	単位積雪量	20N/m ² /cm		

*設計風圧力

設計風圧力	建築基準法施行令第87条による	
	基準風速	30m/s
	地表面粗度区分	III
	アスペクト比	0.8

*耐震設計

上部構造設計用 固有周期T(秒)	方向	1次	2次	3次	
	X方向	0.5353	0.2355	0.1496	
設計用 せん断 力係数	Y方向	0.5221	0.2282	0.1464	
	分布形	予備応答解析から定めた分布系			
	最下階	基準階	最上階		
	X方向	0.125	0.19	0.32	
地震力分 担率	Y方向	0.125	0.19	0.32	
	X方向	ラーメン	6.0%	55.6%	16.8%
		耐力壁	94.0%	44.4%	83.2%
	Y方向	ラーメン	1.1%	37.4%	14.5%
耐力壁		98.9%	62.6%	85.5%	
地域係数	Z=1.0				
地盤種別	第2種地盤 Tg=0.37~0.40(秒)				
地下部分の水平震度K	K=0.5				



***振動系モデル**

耐震性能目標	地震動レベル	上部構造	下部構造	免震部材
	レベル1	短期許容応力以下 層間変形1/500以内	短期許容応力以下	安定変形 (36.0cm)以下
	レベル2	弾性限耐力以下 層間変形1/250以内	弾性限耐力以下	性能保証変形 (54.0cm)以下
振動モデル	免震層床位置を固定とし、各階床位置を質点とする13質点の等価せん断型モデル			
一次固有周期		微小変形時	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
	免震層変位(mm)	-	100	450
	積層ゴムのせん断歪(%)	-	55.6	250
	X方向(s)	0.5353	1.4089	4.0757
	Y方向(s)	0.5221	1.4015	4.0732
復元力特性	上部構造:武田モデル Tri-Linear型 免震層(天然ゴム積層ゴム):Linear型 免震層(錫プラグ入積層ゴム):Bi-Linear型 免震層(オイルダンパー):減衰力-速度関係をBi-Linear型			
減衰定数	上部構造:瞬間剛性比例型(h=2%) 免震層:考慮しない			

***採用地震波**

採用地震波最大加速度 (mm/s ²) ・速度(mm/s)	地震波	レベル1 *1	レベル2 *2
	El Centro NS(1940)	2550.0(250)	5110(500)
	Hachinohe NS(1968)	1650.0(250)	3300(500)
	Taf EW (1952)	2480.0(250)	4970(500)
	告示波(Hachinohe位相)	780.0(135)	4000(696)
	告示波(JMA-Kobe位相)	850.0(117)	3870(587)
	告示波(ElCentro位相)	780.0(106)	4160(533)
	宮城県沖地震(連動)	-	2640(361)
	長町利府断層 NS	-	4900(823)
長町利府断層 EW	-	4980(609)	

***応答結果**

免震層	最大相対変位(mm)	レベル1	X方向	95	免震層	Taft EW(1952)	
			Y方向	95	免震層	Taft EW(1952)	
		レベル2	X方向	446	免震層	長町利府断層NS	
			Y方向	446	免震層	長町利府断層NS	
	最大せん断力係数	レベル1	X方向	0.058	免震層	Taft EW(1952)	
			Y方向	0.058	免震層	Taft EW(1952)	
		レベル2	X方向	0.099	免震層	長町利府断層NS	
			Y方向	0.099	免震層	長町利府断層NS	
	面圧(N/mm ²)	レベル2	圧縮	26	免震層	長町利府断層NS	
			引張	-0.6	免震層	長町利府断層NS	
上部構造		頂部最大絶対加速度(mm/sec ²)	レベル1	X方向	2029	PH階	Taft EW(1952)
				Y方向	2318	PH階	Taft EW(1952)
	レベル2		X方向	3054	PH階	Taft EW(1952)	
			Y方向	2935	PH階	Taft EW(1952)	
最下階最大せん断力係数	レベル1	X方向	0.205	PH階	Taft EW(1952)		
		Y方向	0.234	PH階	Taft EW(1952)		
	レベル2	X方向	0.309	PH階	Taft EW(1952)		
		Y方向	0.297	PH階	Taft EW(1952)		
最大層間変形角	レベル1	X方向	1/1760	7階	Taft EW(1952)		
		Y方向	1/1726	7階	Taft EW(1952)		
	レベル2	X方向	1/1301	7階	Taft EW(1952)		
		Y方向	1/1191	7階	Taft EW(1952)		
偏心の影響	免震層の偏心率は3%以下であり、応答性状への影響は小さい。						
上下動の影響	鉛直震度0.3gを考慮し、積層ゴムの面圧が限界鉛直支持力以下及び引張耐力(1N/mm ²)以下であることを確認した。同様に、直動転がり支承についても短期許容圧縮荷重及び短期許容引張荷重を確認した。						
免震材料の引抜きに対する検討	レベル2地震時(上下動考慮)に引抜き力が直動転がり支承に生じるが、短期許容引張荷重以内であることを確認した。						

*1:稀に発生する地震時の大きさとしてレベル1を想定した。

*2:極めて稀に発生する地震動の大きさとしてレベル2を想定した。