石巻市立病院



添田 幸平 久米設計



神﨑健



竹下 弘史 元 久米設計

1 はじめに

本建物は、東日本大震災の際、津波により被災した石巻市立病院の移転・建替え計画である。震災時においても確実に機能する病院として、将来の医療ニーズへの対応はもとより、安全で安心な環境づくりに沿った新病院整備に向けたものである。また、医療施設としては、石巻赤十字病院等との相互連携により、急性期から慢性期、在宅までの幅広い診療及び研修体制を充実させることで、石巻医療圏において完結できる医療体制づくりに寄与した施設計画を目標としている。

敷地は、石巻市中心地のJR石巻駅前であり、複数の交通機関が集まる場所である。さらに、西側に駐車場棟を配置し、東側からのアクセスは石巻駅・市役所とのつながりや、将来構想にある駅からのペデストリアンデッキとの接続に配慮し、他の施設との連携を容易にし、患者、利用者の利便性を図っている。

図1 外観写真1

2 建物概要

本建物は地上7階、平面形状は1階で約110m× 46m、基準階で約96m×33mである。

断面構成については、海溝型巨大地震で引き起こされる津波対応として、2階以上に病院機能を確保する。図2に示すように、1階に駐車場・車寄せアプローチを配置し、2階に外来・検査部門、3階には管理・栄養部門、4階には手術部門・物品管理供給部門およびエネルギー部門を配置する。5~7階には病室を配置する。屋上にはヘリポートを整備する。

【建築概要】

所 在 地:宮城県石巻市

建 築 主:石巻市

設 計 者:株式会社久米設計

施 工 者:株式会社竹中工務店 JV

建築面積:4,706m² 延べ床面積:23,921m² 建物用途:病院

階 数:地上7階(地下無し)、塔屋2階

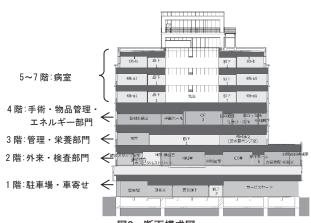


図2 断面構成図

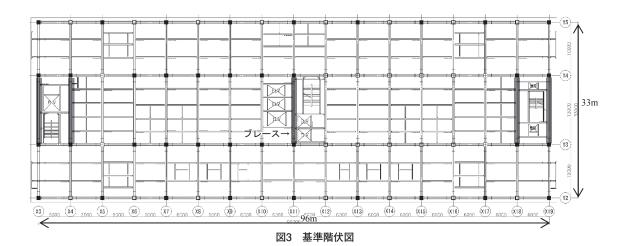


図4 南北方向軸組図

最高高さ:41.31m

構造形式:中間階免震構造

構造種別:免震上部:S造(一部CFT造)

免震下部:SRC造(一部S造)

基 礎 構 造:杭基礎(場所打ち鋼管コンクリート杭)

3 構造概要

本建物は、躯体損傷の防止だけでなく病院機能を 維持できる免震構造を採用している。

また、津波対応として、免震装置が浸水しないように1階と2階の中間に免震層を配置し、受圧面積を

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
		短期許容応力度以内
上部構造	短期許容応力度以内	層間変形角≦1/300
(2 階以上)	層間変形角≦1/600	診療室(2~4 階)≦250cm/s²
		病室(5~7 階) ≦300cm/s²
免震層	安定変形以内(δ≦186mm)	性能保証変形以内(δ≦372mm)
	基準面圧の 2 倍≧面圧≧0N/mm²	基準面圧の 2 倍≧面圧≧−1N/mm²
下部構造	短期許容応力度以内	短期許容応力度以內
(1階)	層間変形角≦1/600	層間変形角≦1/300
基礎構造		短期許容応力度以内
	_	短期許容支持力以内
		短期許容引抜抵抗力以内



図6 免震装置ベースプレートの施工写真

小さくするために、1階にはできるだけ壁を設けない計画としている。なお、東日本大震災での浸水深は、1.1mであった。

上部構造 (免震層上部:2階以上) は、杭負担重量をできるだけ減らすため鉄骨造を採用している。 長辺方向は6.0mスパンを基本とするラーメン構造とし、短辺方向 (10.0m+13.0m+10.0m) は水平剛性確保のために下層にブレースを配置したブレース付きラーメン構造である。また、軸力および軸伸縮が大きい柱 (ブレースの側柱および一部の中柱) にはCFT (コンクリート充填鋼管) 柱を採用している。

下部構造(免震層下部:1階)は、津波後の耐久

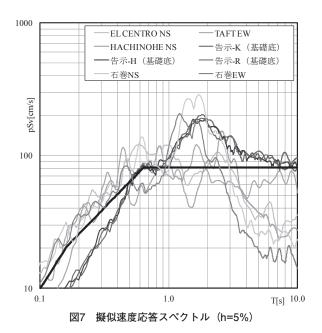
性に配慮しSRC柱としている。梁および耐震壁については、杭負担重量をできるだけ減らすため、また地震後のひび割れによる剛性低下を避けるために、鉄骨梁と鋼板パネルを採用した。

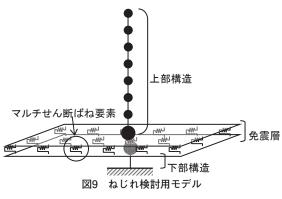
免震層を縦に貫通するELVと階段は、シャフトを 二重に設けて内側の鉄骨架構を2階の梁から吊り下 げる計画である。

基礎形式は、軸径1300mmの場所打ち鋼管コンクリート杭(アースドリ拡底工法)による杭基礎である。支持層はN値46以上の岩盤層であり、南側から各方向に大きく傾斜している。設計時は杭長を4グループに分け、支持力および杭体が設計クライテリアを満足することを確認した。なお、施工時には実際の杭長(約37~62m)を全数モデル化し、支持力および杭体が設計クライテリアを満足していることを確認している。

4 耐震設計方針

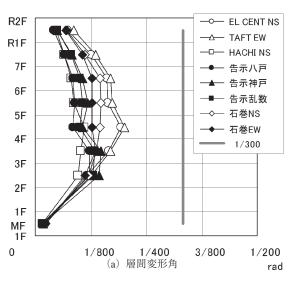
本建物の地震時における耐震性能目標は、表1のとおりである。なお、免震部材設計用の鉛直震度は、0.35~0.41とした。

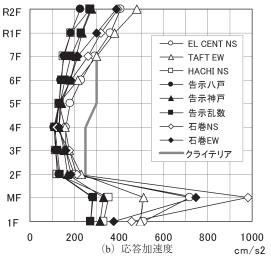




5 免震システム概要

敷地は第3種地盤であるため、地盤周期と免震周期が一致しないよう、免震層はできるだけ長周期化し、極めて稀に発生する地震動時の等価周期が約5.0秒強となるよう計画した。免震層は、弾性すべり支承EB、剛すべり支承SB、天然ゴム系積層ゴム支承





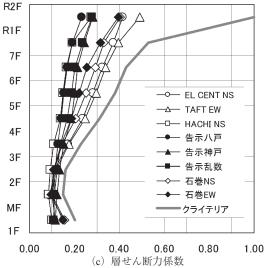


図8 高さ方向分布 (X方向、極稀地震時、ばらつき標準)

RB、鉛プラグ入り積層ゴム支承LBおよびオイルダンパーODから構成される。

配置については、捩れ剛性確保と減衰確保のために鉛プラグ入り積層ゴム支承を外周部に多く配置し、鉛直支持と偏心および剛性調整として天然ゴム系積層ゴム支承を用いた。変動軸力の小さい建物の中央部には長周期化を目的として弾性すべり支承を配置した。また、軽量である下屋部には剛すべり支承を配置した。オイルダンパーは、上部架構の重心位置に対してバランス良く配置した。

免震基礎は大部分が鉄骨取合いである。免震ベースプレートの製作精度 $^{(1)}$ については、曲がりが2.0mm以下(目標は1.5mm)、傾きが2.0mm以下かつ1/500以下となるようにした。

6 時刻歴応答解析概要

設計用入力地震動には、告示3波、標準3波に加え、サイト波としては、2011年東北地方太平洋沖地震 (M9.0) の際、建設地の南西約1.9kmにあるK-NET石巻で観測された地震波を採用した。図7に設計用入力地震動の擬似速度応答スペクトルを示す。

主架構設計用の振動解析モデルは、各階1質点の 等価せん断モデルとした。なお、上部構造(2階~ R1階)の減衰定数は上部構造のみの1次固有振動数 に対して2%とする。下部構造(1階)の減衰定数は 下部構造のみの1次固有振動数に対して2%とする。

主架構は極めて稀に発生する地震動に対してクライテリアを満足していることを確認している。図8に代表してX方向の時刻歴応答解析結果を示す。

また、建物の長辺方向が約110mであり、支持層が大きく傾斜しているため、位相差を考慮した地震

波と免震層のみオイルダンパーと支承を平面配置した平面モデル(図9)を用いて応答解析を行い、隅角部においても設計クライテリアである性能保証変形以内であることを確認している。

7 鋼板パネルの設計

鋼板パネルは、免震下部架構の剛性確保を目的とし、極めて稀に発生する地震動に対して弾性範囲の使用である。鋼板パネル部はSN400B、それ以外の取付け部は梁材質と同じSN490Bである。鉄骨梁の曲げ変形によるパネル剛性の低下を抑制する目的で、図11に示すように、パネル端部から一定のハンチを設けている(図10)。鋼板パネルの幅厚比は30程度である。

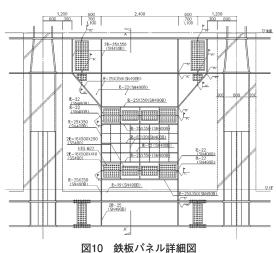
鋼板パネル各部位の耐震性能については、1フレーム取り出した有限要素モデル(図12)を用いて、初期剛性および鋼板パネル降伏時の各部応力を確認し、鋼板パネル降伏時に他の部位が降伏しないことを確認している。また、線形座屈解析にて各部位の座屈荷重が鋼板パネル降伏時の荷重を上回ることを確認している。

8 まとめ

本建物の設計から竣工に至るまで、ご理解とご協力いただいた石巻市建設部建築課の皆様、施工に真摯にご対応いただいた施工関係者の皆様に御礼申し上げます。

参考文献

1) 日本建築学会: 鉄骨精度測定指針、2014



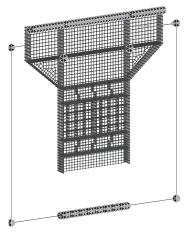


図11 鋼板パネルの施工写真

図12 解析モデル