

# 董仙会恵寿総合病院 新病院



鈴木 正英  
伊藤喜三郎建築研究所



曾我 裕  
竹中工務店



岡田 純一  
同

## 1 はじめに

本計画は恵寿総合病院の既存3病棟を再編し、シームレスな医療サービスの提供を行うための新病院建設工事である。地域の医療を支える病院として、地震災害等に対し医療活動の継続を確保できる高い耐震性を目指した。また、建築計画としては、急性期医療の病院として先進医療提供の空間の充実と共に動線の短縮などコンパクト・高効率化を目指した。図1、2に全景写真を示す。

病院建築は医療機器などの配管・配線があるため、一般建物と比較して、天井内の設備が多いことや、供用期間中に設備機器の更新が頻繁に行われることが特徴として挙げられる。この設備機器の更新に伴い、天井内の配管・配線が再配置されるために、梁貫通だけでは対応できないケースもある。そのため、建物躯体の寿命が来る前に、建替えとなるケースも考えられる。このことから、設備機器レイアウトの自由度や更新時に対応できる柔軟性が、建物の運用・寿命に大きな影響を及ぼすと考えられる。本建物においては免震構造を活かして、この設備機器レイアウトの自由度・更新性を向上させる取り組みをしたので、その概要を報告する。

## 2 建物概要

計 画 地：石川県七尾市桜町89-1他  
敷 地 面 積：8,077.20m<sup>2</sup>  
建 築 面 積：3,699.58m<sup>2</sup>  
延 床 面 積：16,044.47m<sup>2</sup>  
構 造 規 模：RC造 F7  
最 高 高 さ：31.00m  
軒 高 さ：30.40m  
工 期：2012/03～2013/10（19ヶ月）

用 途：総合病院

CM・設計監理：三菱商事（株）

設 計 監 理：（株）伊藤喜三郎建築研究所・

（株）竹中工務店設計共同企業体

施 工：（株）竹中工務店



図1 全景写真（北側）



図2 全景写真（南側）

## 3 構造計画概要

新病院は、大規模災害時等に地域の医療活動拠点となるために、大地震時に建物機能の維持及び即時復旧による医療活動の再開ができるように基礎免震構造を採用した。また、港湾に面しているため、津

波対策として想定される津波高さより高い位置に1階FLを設定し、免震層においても積層ゴム支承材主体の免震デバイス構成とした。地盤の液状化が懸念されるため、対策として格子状地盤改良を行い、これを利用して建物を支持する直接基礎（べた基礎）とした。

上部架構形式は両方向ともラーメン構造としている。建物内周部の梁は、図3、4に示すような扁平梁としている。また、スラブはハーフプレキャスト合成床版（スパンクリート合成床版）を用い、小梁なしとすることで広く大きい天井内部の空間を実現している。このため、設備配管・配線に伴う梁貫通や段差処理がなく、設備機器レイアウトの自由度が非常に高い空間となっている。これは、設備更新時においても非常に有効であり、最新の設備機器配置への対応がフレキシブルに実現できるものである。また、鉛直方向のフレキシビリティを確保するために、扁平梁の柱近辺に設備用縦穴を計画した。この縦穴は鋼管により補強しており、後述する実験・解析にも反映し、評価している。

一方建物外周部は図5に示すように、病室レイア

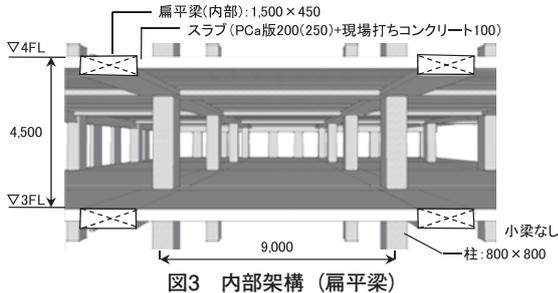


図3 内部架構（扁平梁）

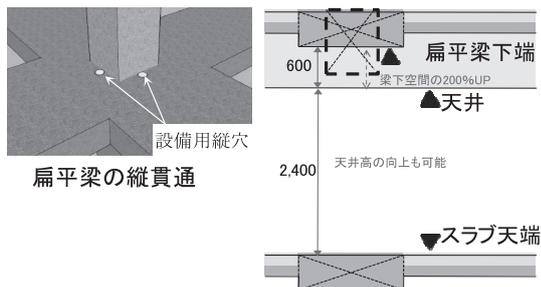


図4 扁平梁と梁下空間



図5 外周部架構

ウトに整合した間柱を有する剛強なラーメン架構として計画し、必要な剛性・耐力を確保できるようにした。

#### 4 免震構造概要

本建物では1階床梁下に免震装置を配した基礎免震構造としている。免震装置の選定は、信頼性・メンテナンス性を重視し、高減衰ゴム系積層ゴム（直径750～850mm、34台）、天然ゴム系積層ゴム（直径900mm、15台）合計49台を用いている。図6に示す免震装置の配置については、鉛直支持能力・減衰力を考慮して設定した。また、各製品の性能試験結果から剛性のばらつきを考慮して、極稀に発生する地震動（以降レベル2地震動）において、免震層の剛性の偏りが小さくなるように配置を行った。

外周部擁壁と最下階構造体の免震クリアランスは600mmと設定した。これは積層ゴムの約300%歪に相当する数値で、以降で示すレベル2地震動時の変位量（369mm）より十分大きな数値となっている。

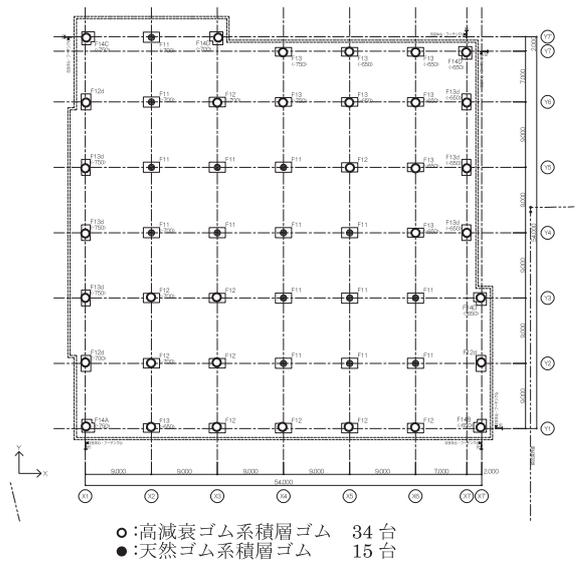


図6 免震装置配置

#### 5 時刻歴応答解析の概要

##### 1) 耐震性能目標と設計用入力地震動

上部構造及び免震層の耐震性能目標を表1に示す。設計用入力地震動は、八戸位相・神戸位相・ランダム位相を用いた告示適合波（告示波）3波、断層模擬地震波（サイト波）2波及び観測波3波の合計8波とした。表2に採用波の一覧を示す。

##### 2) 時刻歴応答解析モデル

解析モデルは、1階以上の各階床位置に質量を集中させた8質点の等価せん断型モデルとした。

上部架構の復元力特性は劣化型モデルとし、免震

層については高減衰ゴム系積層ゴムを修正バイリニア、天然ゴム系積層ゴムを弾性とした。減衰は上部架構については、1次固有振動数に対し2.0%の瞬間剛性比例型とした。

免震層を固定とした場合の上部架構の固有周期を表3に、積層ゴムのせん断歪み度レベルが100%、200%時の等価固有周期を表4に示す。

表1 耐震性能目標

入力地震動レベル	上部構造	免震層
稀に発生する地震動 (レベル1地震動)	・部材応力が短期許容応力度以下 ・層間変形角1/400以下	水平変位25cm以下 (せん断歪125%以下) 圧縮面圧が基準面圧×2×2/3以下 引張面圧が生じない
極めて稀に発生する地震動 (レベル2地震動)	・部材応力が弾性限界以下 ・層間変形角1/200以下 ・一般階応答加速度が200cm/s <sup>2</sup> 程度	水平変位50cm以下 (せん断歪250%以下) 圧縮面圧が基準面圧×2以下 引張面圧が1.0(N/mm <sup>2</sup> )以下

表2 入力地震動一覧

地震名称	継続時間(s)	稀に発生する地震動 (レベル1地震動)		極めて稀に発生する地震動 (レベル2地震動)		
		最大速度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	最大速度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
告示波	八戸位相	120.00	10.8	119.6	53.2	519.0
	神戸位相	120.00	12.7	117.7	75.3	544.4
	ランダム位相	120.00	12.8	152.4	61.4	595.4
サト波	眉丈山第2断層	120.00	-	-	37.7	568.7
	島知湯断層帯	120.00	-	-	45.4	652.5
観測波	El Centro	53.76	25.0	255.0	50.0	510.0
	Taft1952	54.40	25.0	248.4	50.0	496.8
	Hachinohe	51.00	25.0	166.9	50.0	333.7

表3 免震層固定時の固有周期 (sec)

方向	X方向	Y方向
1次固有周期	0.98	1.02
2次固有周期	0.41	0.41

表4 免震層変位時の等価固有周期 (sec)

免震装置せん断歪み	100%(レベル1地震動)		200%(レベル2地震動)	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
等価1次固有周期	3.96	3.97	4.33	4.34
等価2次固有周期	0.63	0.63	0.63	0.63

### 3) 応答解析結果

図7、8にレベル2地震動(標準状態)に対する応答解析結果(最大層間変形角・最大加速度)を示す。

各階の最大層間変形角・最大加速度は目標値に対し十分余裕があり、所定の免震効果が発揮されていることが分かる。また、免震層の変位量については免震装置のばらつきを考慮しても最大410mmであり、免震クリアランスの600mmに対し、十分余裕がある。地震時鉛直震度を考慮した免震装置の面圧については、最大圧縮面圧で18.6N/mm<sup>2</sup>、最大引張面圧で0.52N/mm<sup>2</sup>となり、目標値を満足している。

レベル2地震動の入力加速度を漸増して、設計目

標に対する余裕度の確認を行った。その結果、レベル2地震動の1.4倍で、層間変形角1/200rad.及び部材応力が弾性限界となる設計目標に達した。また、レベル2地震動の1.5倍で免震層変位が免震層クリアランスの600mmに達した。

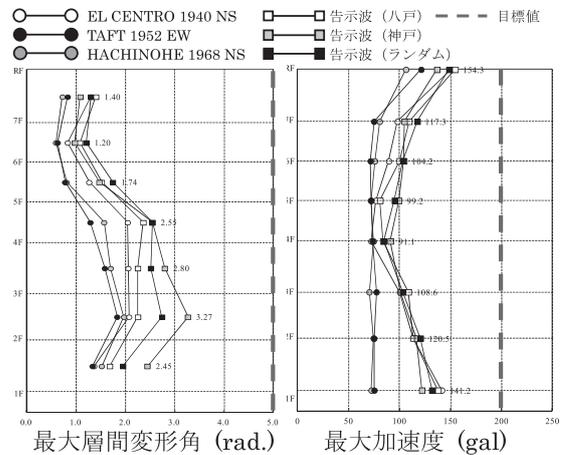


図7 X方向(レベル2地震動)

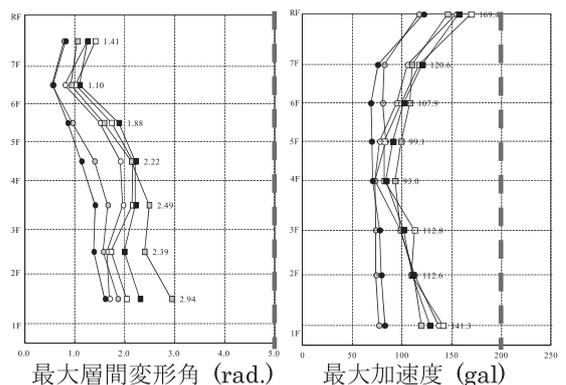


図8 Y方向(レベル2地震動)

## 6 扁平梁架構の性能確認実験

今回採用した扁平梁はせいと幅の比が最大1:4程度であり、柱幅と梁幅の比が最大1:2.5程度である。そのため、柱に定着されない梁主筋があり、このような架構の剛性・耐力等の構造性能を把握するために、図9に示すような試験体を用いて、性能確認実験を行った。図10にQ-γ関係を示す。実験より以下の結果が得られた。

- ①変形角1/200rad.までは、接合部の剛域を考慮した設計用解析モデルによる計算値によって、復元力特性及び履歴特性を適切に評価できることを確認した。また、扁平梁が柱側面を通過する領域に曲げひび割れが発生しないことを確認した。
- ②変形角1/200rad.以降は、柱側面の領域において、曲げひび割れが発生し、剛性の変化が確認できた。最終的には梁部材としては、梁全体の40%の

剛性で評価する梁曲げ降伏点剛性を用いて評価することができた。この割合は柱面に接する梁断面積と梁全体の断面積の比と等しいことが確認できた。

また、3次元非線形FEM解析を用いて、性能確認実験のシュミレーションを実施した。図11にモデル図を示す。モデルは、コンクリートのソリッド要素と鉄筋のトラス要素を組み合わせた。図12にQ- $\gamma$ 関係を示す。解析と実験の関係は小変形領域で非常に良い対応を示す。大変形領域において、最大値など

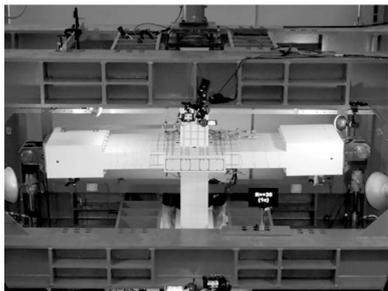


図9 性能確認実験

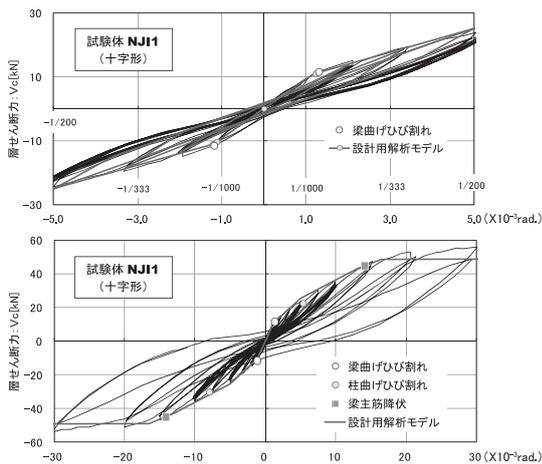


図10 実験のQ- $\gamma$ 関係 (上：小変形時、下：大変形時)

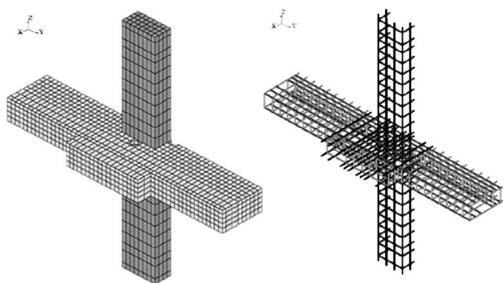


図11 FEMモデル (左：コンクリート、右：鉄筋)

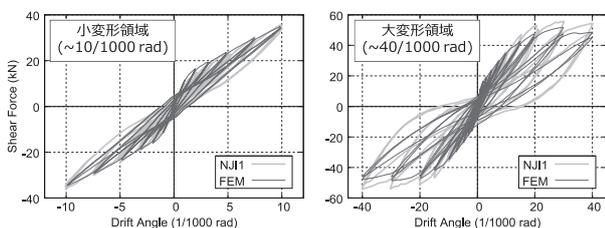


図12 FEM解析と性能確認実験の比較

で若干の差異が認められるが、全体的には良好な対応が確認できた。また、梁主筋の歪分布においても実験と解析で、良好な対応が確認できた。

以上の結果から、免震構造を採用し、設計で想定する変形範囲内(1/200rad.以内)で、今回の扁平梁架構を用いることが可能であると判断した。

## 7 扁平梁及び設備の施工について

今回採用した扁平梁は、通常の梁と異なり、柱の外側に配筋される梁主筋があり、その鉄筋を拘束するためにせん断補強筋や補助筋が必要になり、複雑な配筋となる。そのため、図13に示す3次元の配筋モデルを作成し、現地にて各鉄筋の役割や施工手順について事前協議を行い、確実に配筋した。

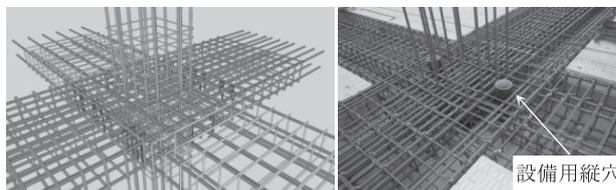


図13 扁平梁の配筋 (左：3次元モデル、右：実配筋)

図14に扁平梁架構の躯体工事完了後の写真を示し、図15に設備の配管・配線状況を示す。扁平梁架構と合成床板を採用することで、上部躯体の凹凸が少なくなり、天井内部の空間で、ダクトや配管などが直線的な配置が可能となり、段差処理をする必要がなくなる。また、梁貫通がないので、平面位置の制限がないことから、配管などを集中的に配置することができ、省スペースを実現できると共に、将来改修時の自由度・施工性が向上する。



図14 扁平梁架構



図15 設備設置状況

## 8 おわりに

本建物に採用した、設備配管にフレキシブルに対応できる免震構造と扁平梁架構による架構システムの概要を紹介した。

本建物は2013年10月末に無事竣工を迎えた。建築主をはじめ関係者の皆様方には多大なご理解・ご協力をいただきました。この場を借りて心よりお礼申し上げます。(図1、2はSS北陸撮影)