

和歌山県庁南別館（仮称）

梓設計
関 洋之



同
柴田昭彦



同
田中浩一



同
倉内信幸



1. はじめに

和歌山県は、東南海・南海地震防災対策措置法において県全域が地震防災対策推進地域に指定されており、地震防災対策アクションプログラムを策定、推進するなど行政の防災体制の強化に重点的に取り組んでいる。

本施設は、県本庁舎の南側に位置する県庁別館であり、防災センターや緊急用のヘリポートを有する、和歌山県の防災拠点の中核として位置付けられている。建物は、敷地を有効に活用し、津波や高潮の被害を防止するため、1階上部での中間層免震構造として計画した。

本計画では、防災拠点としての免震性能と良好な執務空間を確保するために「耐震ラティス」と名づけた耐震要素を建物の外周部に配置した。

2. 建築概要

建物規模は、地上10階、塔屋2階の鉄骨造一部鉄筋コンクリート造であり、建物上部には、緊急用のヘリポートと防災アンテナ鉄塔を有する。図-1に建物外観パースを示す。

平面形状は東西27m×南北44mの矩形である。外装は、アルミカーテンウォール斜め格子グリッドとし、菱形のサッシを各フロア間に設けた、横連窓形式として計画している。サッシは自然換気、通風を確保するため、外開きとすることが可能である。図-2に建物内観パースを示す。

1階は、エントランスホールと機械室のみで構成し、ピロティを設け、緊急時には防災広場として利用する計画である。

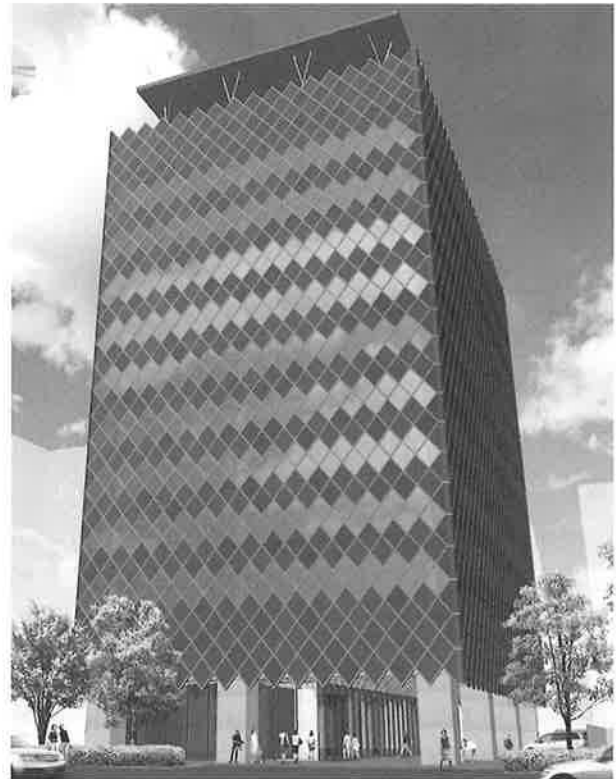


図-1 建物外観パース



図-2 建物内観パース

- 【建設場所】 和歌山県和歌山市湊通丁北1丁目
- 【設計】 梓・高松設計共同体
- 【施工】 熊谷・保田・溝畑特定建設工事共同
企業体
- 【用途】 庁舎
- 【敷地面積】 4,558㎡
- 【建築面積】 1,182㎡
- 【延床面積】 11,430㎡
- 【階数】 地上10階、塔屋2階
- 【軒高】 45.2m
- 【最高高さ】 50.1m
- 【構造種別】 S造+CFT柱
一部RC造（免震層及び下部構造）
一部SRC造（2階梁）
- 【上部構造】 耐震ラティス付ラーメン構造
- 【下部構造】 純ラーメン構造

1階の大部分は外部空間である事から、1階上部の免震層床は、外壁の斜め格子が水平に折れ曲がり連続する、ワッフルスラブを採用した。ワッフルスラブには、ひび割れ防止用にプレストレスを導入した。下部構造の柱は、免震層梁の曲げ剛性が小さい事から、片持ち柱に近い挙動を示し、十分な剛性と耐力を確保するため、1,800×1,800の鉄筋コンクリート造とした。

免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴム（φ1,000×2基、φ1,100×6基）、直動すべり支承（1000kN×4基）、および、オイルダンパー（南北方向に750kNリニアタイプ×4基）を用いた。

基礎は、GL-60m以深の緑色片岩を支持層とする杭基礎とし、工法は場所打ち鋼管コンクリート杭を採用した。

図-4に免震層及び一般階伏図、軸組図を示す。

3. 構造計画概要

建物は、1階上部における中間層免震構造とし、上部構造を鉄骨造耐震ラティス付ラーメン構造、下部構造を鉄筋コンクリート造純ラーメン構造として計画した。図-3に架構イメージCGを示す。

平面形状は、東西方向9,900+13,200の2スパン、南北方向13,200×3スパンの矩形をなし、外周部は幅2mの床が跳ね出している。

耐震ラティスは、斜め格子グリッドのサッシュの下地を兼用する、フラットバー（t=25~45×150mm）による建物外周ブレースである。

耐震ラティスで地震力を100%負担する事により、ラーメン部を地震力から解放し、CFT造とした柱断面をφ450×16~22（外柱）、φ500×12~25（内柱）として設計した。

免震層の基礎梁に当たる2階梁は、耐震ラティスの反力を免震装置に伝達する必要がある事から、梁成2,000の鉄骨鉄筋コンクリート造とした。

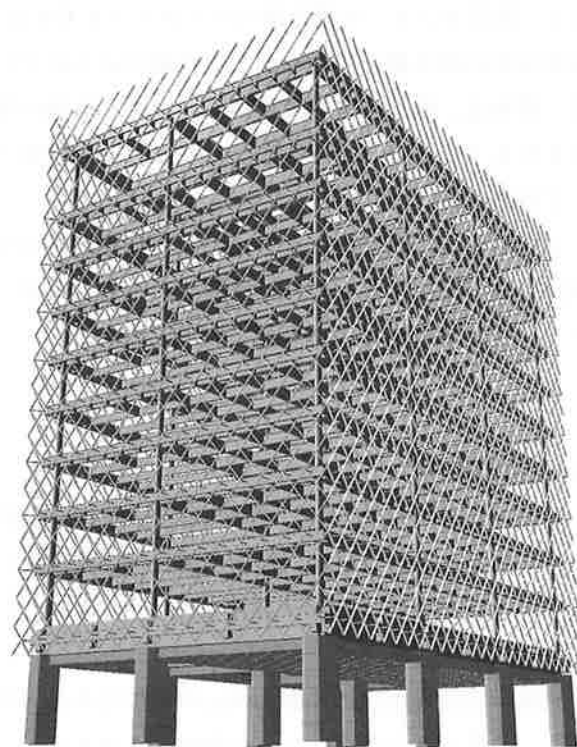


図-3 架構イメージCG

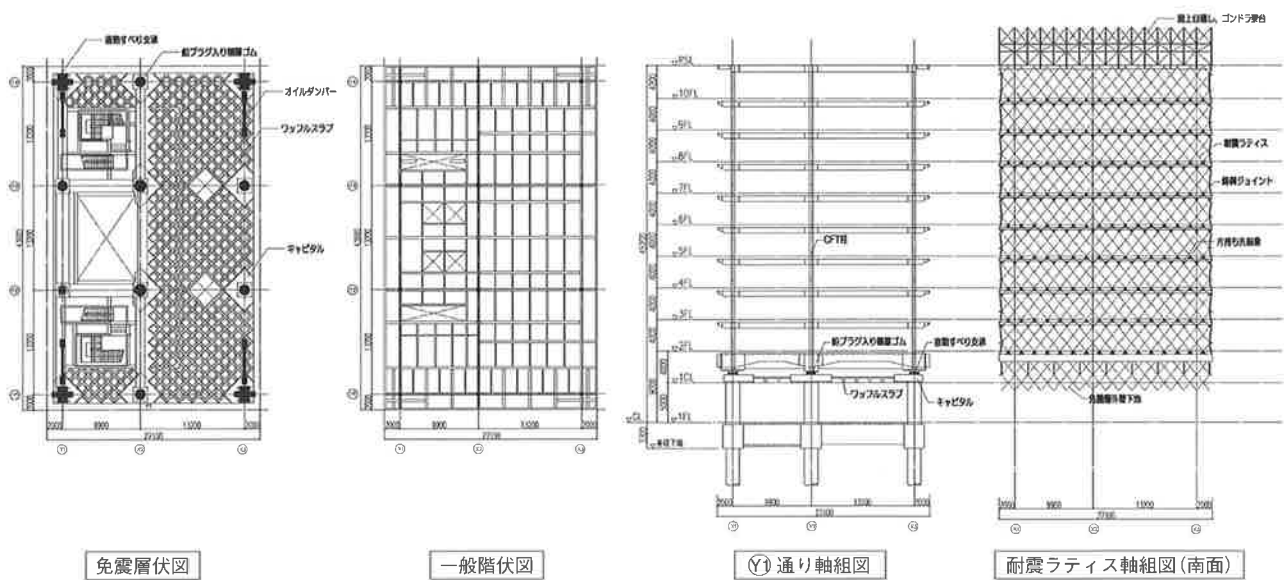


図-4 免震層伏図、一般階伏図、軸組図

4. 地盤振動特性

和歌山市は、紀伊半島の中央部を西流する紀ノ川の河口部に生成された三角州地帯に位置している。基盤岩は緑色片岩であり、計画地より約500m北東に位置する和歌山城付近においては基盤岩の露頭が見られるものの、計画地においては、深度60m付近まで潜り込んでいる。

基盤岩の上位には、未固結堆積物が分布し、上位より、約31mが $V_s=200\sim 260\text{m/s}$ の沖積層、層厚約7m、 $V_s=460\text{m/s}$ を示す洪積砂礫層、層厚約22m、 $V_s=260\sim 390\text{m/s}$ を示す洪積粘性土層に分類される。基盤岩は、 $V_s=600\text{m/s}$ 以上を示し、基盤岩上面が工学的基盤であると判断した。

微動アレイ探査とGA解析により、地盤の工学的基盤以深の構造モデルの推定を行った。図-5にS波速度構造モデルを示す。

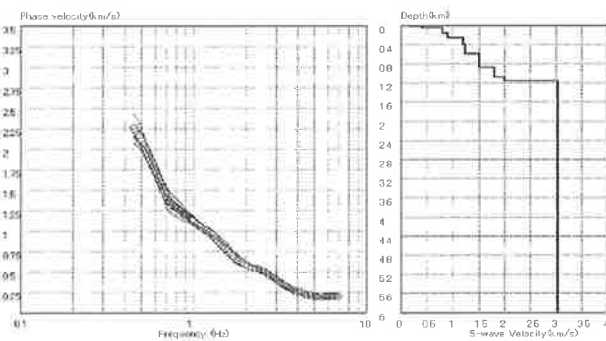


図-5 S波速度構造モデル(最適モデル)

※左：位相速度分散曲線(白丸：観測値、実線：論値)、右：S波速度構造

S波速度構造は、約600m以深で $V_s=1,500\text{m/s}$ 、約1,200m以深で $V_s=2,900\text{m/s}$ となり、地震基盤は、深度1,200m付近に有るものと推測された。

地盤の卓越周期は、東西方向、南北方向とも概ね、0.10s、0.60s、4.6sに在ることを確認した。

5. 設計用入力地震動

設計用入力地震動は、稀、及び極めて稀に発生する地震動として、標準観測波3波(EL CENTORONNS、TAFT-EW、HACHINOHE-NS)、極めて稀に発生する地震動として、告示波3波(HACHINOHE-NS位相、JMA-KOBE位相、ランダム位相)を採用した他、サイト波は、統計的グリーン関数法によった。

対象とした地震(断層)は、地震環境調査、過去の被害地震、周辺の活断層の分布状況等を踏まえ、以下の5つを選定した。

- (a) 東海+東南海+南海地震〔連動型〕
- (b) 東南海+南海地震〔連動型〕
- (c) 南海地震〔単独型〕
- (d) 中央構造線〔金剛山地東縁-和泉山脈南縁〕
- (e) 中央構造線〔紀淡海峡-鳴門海峡〕

南海トラフ沿いに発生が予想される(a)~(c)については、極めて稀に発生する地震動として位置付け、国の中央防災会議「東南海、南海地震等に関

する専門調査会」資料及びそのホームページ〔<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index.html>〕に公開されているモデルを使用した。図-6に(a)東海+東南海+南海地震〔連動型〕の断層モデルを示す。

中央構造線(d)(e)は、それぞれアスペリティを1つと想定して、断層モデルの西側、中央、東側に配置した場合と、アスペリティを2つとして西側最大東側最小、東側最大西側最小とした計5ケースの断層モデルに対し、破壊開始点を西側、中央、東側に設定した3ケースを作成した。2断層×5モデル×3ケース=30波の内、2~5秒の速度応答スペクトルが卓越する、次に示す上位3波を安全余裕度検討用の地震動として採用した。

安全余裕度検討用サイト波-中央構造線

金剛和泉断層帯-アスペリティ2個

〔西側最大東側最小〕-破壊開始点中央

金剛和泉断層帯-アスペリティ2個

〔西側最大東側最小〕-破壊開始点東側

紀淡鳴門断層帯-アスペリティ1個

〔東側〕-破壊開始点中央

図-7に金剛和泉断層帯-アスペリティ2個〔西側最大東側最小〕-破壊開始点中央の断層モデルを示す。

図-8に主要な採用地震波の地表面における擬似速度応答スペクトルを示す。

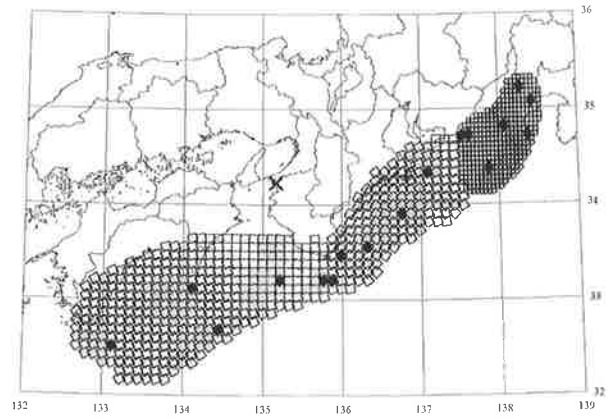


図-6 東海+東南海+南海地震〔連動型〕の断層モデル
※ ■：アスペリティ、★：破壊開始点、×：計画地

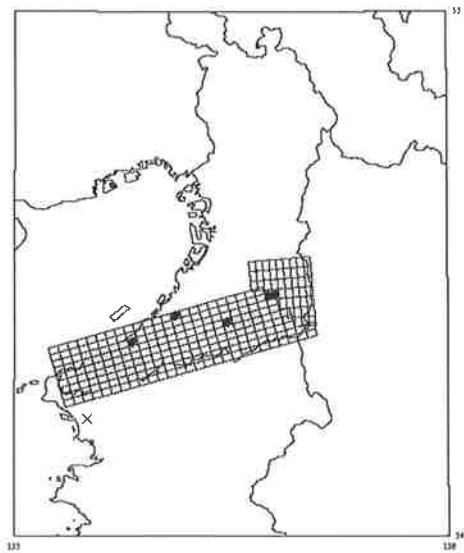


図-7 金剛和泉断層帯-アスペリティ2個
〔西最大東側最小〕-破壊開始点中央
※ ■：アスペリティ、★：破壊開始点、×：計画地

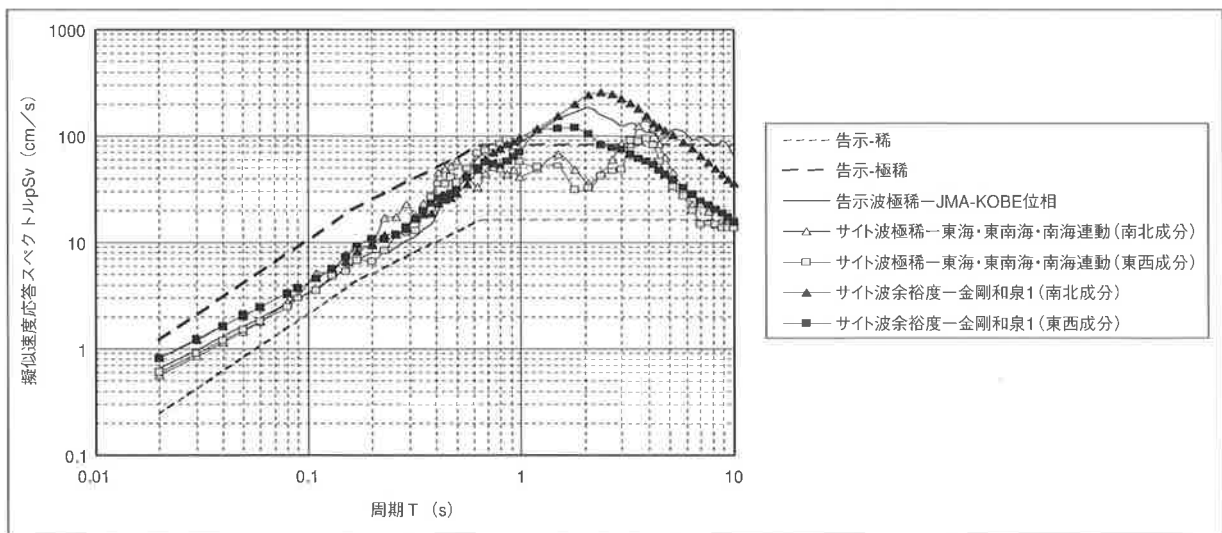


図-8 採用地震波の擬似速度応答スペクトル

6. 構造設計概要

設計入力用地震動に対して、表-1に示す耐震性能目標を定め、時刻歴応答解析及び静的フレーム解析により、耐震性能目標を満足する事を確認した。

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	安全余裕度
上部構造	耐力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内	弾性限耐力以内
	層間変形角	1/1000 以内	1/500 以内	1/400 以内
免震層	せん断歪み	100%以内	250%以内	350%以内
	層間変形	安定変形 (20.0cm) 以内	性能保証変形 (50.0cm) 以内	想定クリアランス (70.0cm) 以内
	引張応力(歪)	発生させない	発生させない (積層ゴム) 引張限界強度以内 (CLB)	発生させない (積層ゴム) 引張限界強度以内 (CLB)
下部構造	耐力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内	概ね弾性
	層間変形角	1/1000 以内	1/500 以内	1/400 以内
基礎構造	耐力	短期許容応力度以内	概ね弾性	弾性限耐力以内

振動解析モデルは、基礎を固定(入力位置)、1階上部を免震層とした、1層1質点系の等価せん断型バネモデルとした。

上部架構及び下部構造は、弾性剛性とし、免震材料は免震層内に並列要素として配置し、下記の通りモデル化した。

- ①鉛プラグ入り積層ゴム：標準型Bi-Linear型
- ②直動転がり支承：標準型Bi-Linear型
- ③オイルダンパー：速度比例型

内部粘性減衰は、1次固有周期に対して $h=0.02$ とした内部粘性型歪エネルギー比例減衰とした(免震層は $h=0$)。

鉛直震度は、稀に発生する地震動に対して0.15、極めて稀に発生する地震動に対して0.30、安全余裕度検討用として0.45を与えた。

静的フレーム解析は、上部架構と下部構造を分離し、下部構造には上部架構の反力と下部構造に作用する応力を与えた。更に、基礎構造では、杭と地盤の非線形性を考慮した応答変位法により、安全性を確認している。

上部架構は、耐震ラティスに作用する鉛直荷重を低減する意味から、耐震ラティスを上層階の床コンクリート打設後に取り付ける計画とし、コンクリート打設までのフレームモデル(耐震ラティスとスラブ効果を無視)と打設後のフレームモデル(仕上荷重、積載荷重、及び地震荷重)に分離し、両者の応力の足し合わせにより安全性を確認した。

地震外力分布は、予備応答解析結果に基づき設定した。

7. 耐震ラティス設計概要

耐震ラティスは、極めて稀に発生する地震動に相当する設計用地震荷重による応力が、短期許容応力度以内である事と、安全余裕度検討用地震動に相当する地震荷重に対し、部材が降伏または曲げ座屈耐力に達しない事を確認した。鉛直震度は極めて稀に対して $\pm 0.30G$ 、安全余裕度に対して $\pm 0.45G$ を与えた。

耐震ラティスは、上層階の床コンクリート打設後の取り付けを計画している事から、各層の中でユニット化し、層間の接合は鋳鋼ノードを介したHTB接合とし、ユニット間の接合は現場溶接接合として計画した。

8. おわりに

和歌山県庁南別館(仮称)は、本年7月に着工しました。地震環境の厳しい地域に建設される防災拠点施設を、良好な執務空間を保ちつつ実現するため、耐震ラティス付ラーメン構造が採用され、現在に至っています。結果、ファサードと構造計画が融合した、良質な建築を社会に提供できると確信しています。

最後に、本施設の設計において、多大なご指導、ご尽力を頂きました関係者の方々に厚く御礼を申し上げます。