

阿南市庁舎

二重偏心トラス梁とハイブリッド張弦トラス梁に包まれた“あなんフォーラム”



石田 大三
日建設 構造設計グループ



片山 良一
日建設 コンストラクション・マネジメント



西村 京一郎
日建設 監理グループ

1 建築設計概要

本計画は、築40年以上となる既存庁舎の建替えである。計画にあたり、永く市民に愛される庁舎の実現をめざし、市民が集う“あなんフォーラム”を核とし、低層部分の平面を最大化した見通しのよい1フロアを実現すること、大地震時に防災拠点として機能できる庁舎とすることをコンセプトとした。建物は地上7階地下1階とし、高層部分に庁舎機能を集約、低層部分の中央に“あなんフォーラム”を配置してこれを取り囲むように議場・執務室の他市民開放スペースを配置した（図2,3）。仕上げ杉材・石材の他、“あなんフォーラム”屋根梁にも徳島県産の杉を採用した集成材を用いるなど、意匠材・構造材に徳島県産材を採用している。建物外周に配置した二重偏心トラス梁は、トラス斜材を外部に表しとし、県特産の竹からイメージした竹林のモチーフを外観に実現している（図1）。

2 構造計画概要

上記のコンセプトを実現するにあたり、地下1階柱頭免震構造とし、北東西面外周部には二層にわたる二重偏心トラス梁を配置、執務室2階外周床は3階床梁からの吊材で支持される吊床とした。あなんフォーラムの屋根は束材に木集成材を用いたハイブリッド張弦トラス梁とし、ハイサイドライトから光を取り入れられる計画としている。基礎は液状化対策として静的砂杭締固め工法を採用のうえ直接基礎として計画した（図7,8）。

①地盤概要と基礎の計画

計画敷地の地盤は、地表面に盛土層,その下位には地震時に液状化する可能性の高い砂層が連続している。支持層となる地盤はSGL-10～20mに傾斜して



図1 全体パース



図2 あなんフォーラム内観

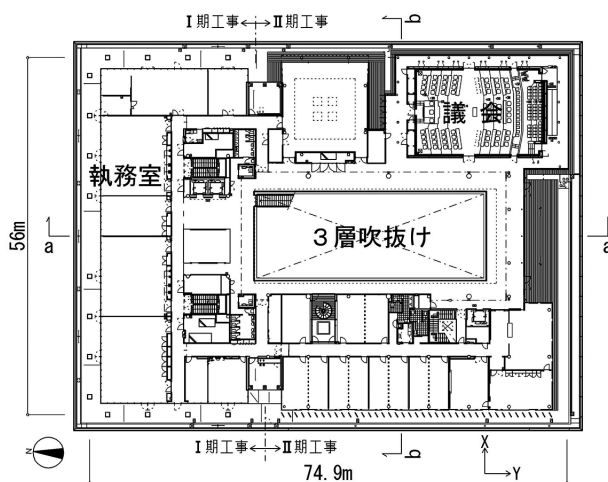


図3 3階平面図

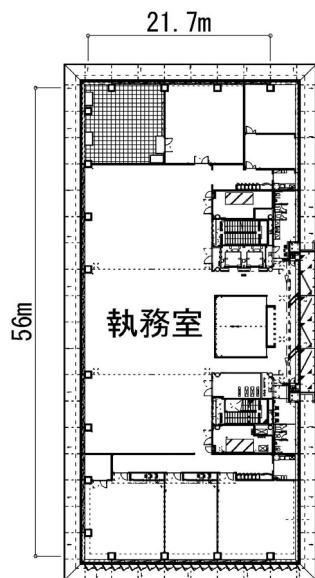


図4 6階平面図

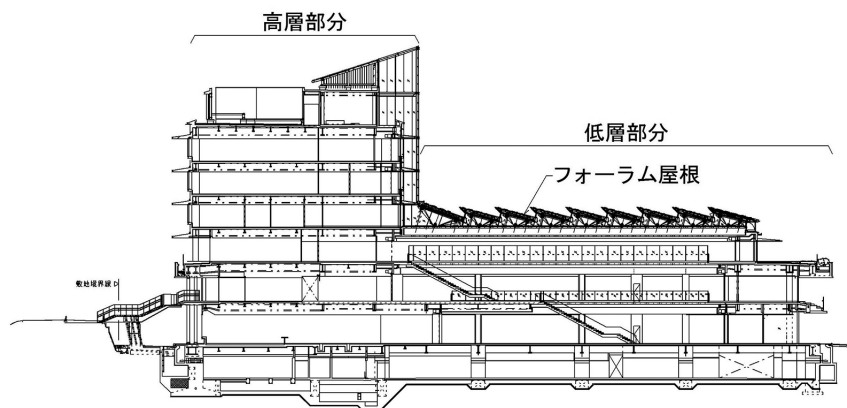


図5 a-a 断面図

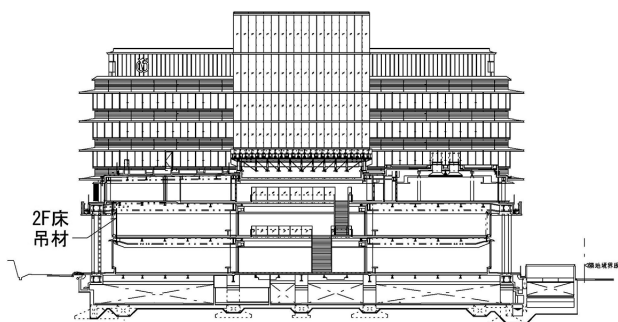


図6 b-b 断面図

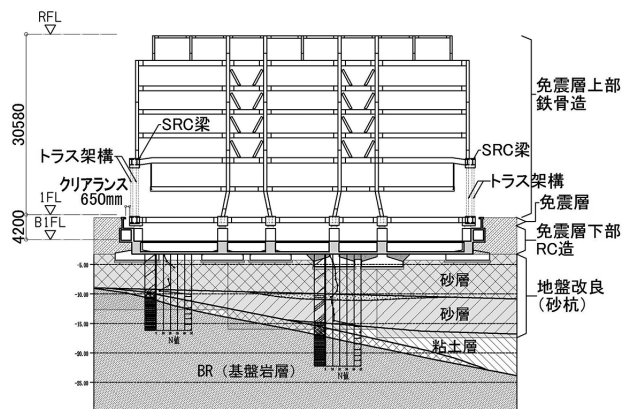


図7 構造概要

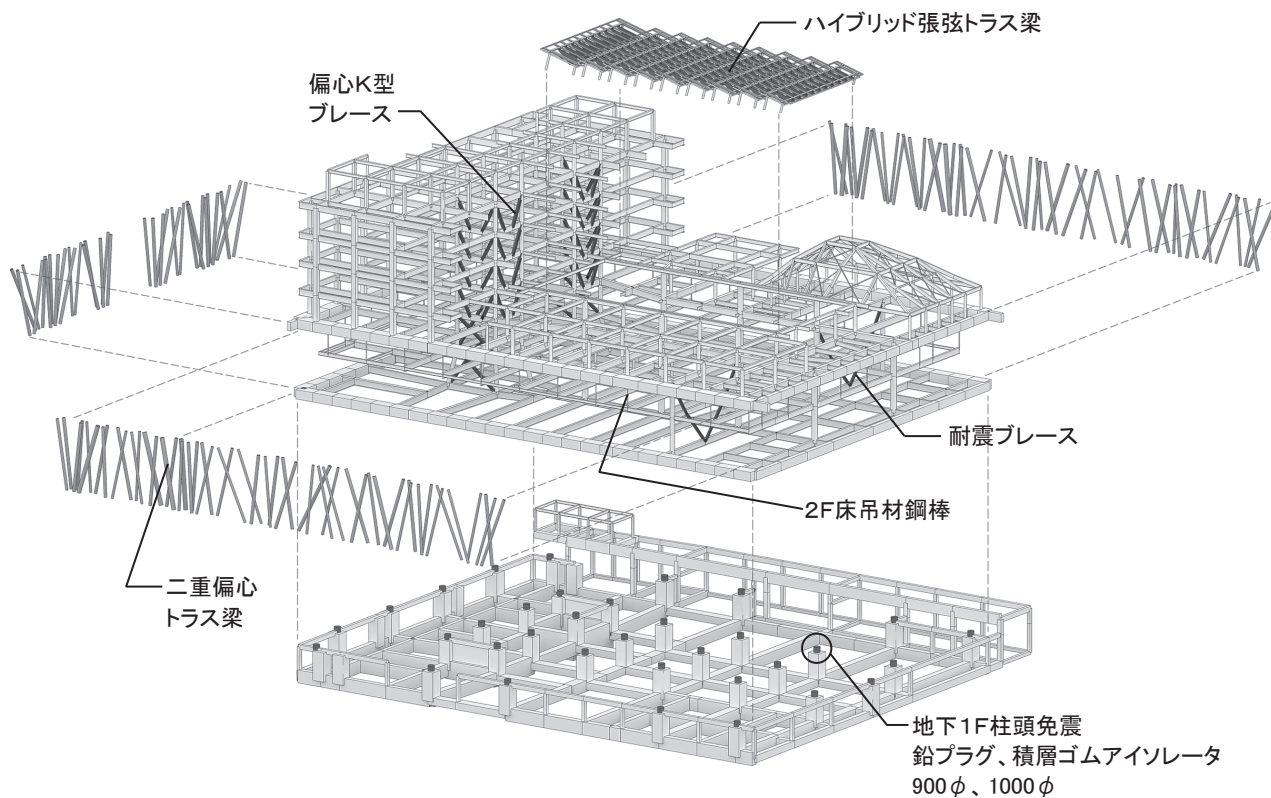


図8 構造計画

分布するN値60以上の岩盤層である。基礎の計画は、静的砂杭締固め工法による地盤改良を行い大地震時においても液状化を生じない地盤とした。また、この地盤改良により長期許容支持力として300kN/m²以上を確保し、建物はこの改良地盤への直接基礎として計画した(図7)。

②免震構造の採用

免震部材は鉛入り積層ゴムアイソレータ900φ、1000φとし、ダンパー量は上部構造の重量の3.2%とした。また、後述する二重偏心トラス梁架構の採用により、支承間隔を最大25.2mとし、免震支承の個数を最小化し、地震時の免震部材への引き抜き力を低減し且つ長周期化を図った。免震クリアランスは650mmとした(図7,8,9)。

③上部構造の設計

上部構造は鉄骨造とし、高層部分はコア部分に偏心K型ブレース、低層部分は二層またぎの耐震ブレースを内部架構に配置した。また、外周架構のうちの東西北面には1階床面から3階床面までの2層分を梁成とする二重偏心トラス梁を配置した。二重偏心トラス梁は、長期鉛直荷重と短期の水平力を負担する計画である。2階の床外周部は3階梁からの吊材(鋼棒100φ)にて支持されており、2階執務室の窓外に二重偏心トラス梁の斜材が林立している様子を見ることができる(図8,15)。

④二重偏心トラス梁の設計

二重偏心トラス梁は、上下弦材に芯材鉄骨として箱形断面を用いたSRC部材、トラスを構成する斜材は318.5φ~558.8φ鋼管を採用し、これらを平面的には2列配置、かつ立面配置は不規則に乱立する竹林のイメージを表現し、負担する軸力に応じて斜材の鋼管径・板厚を設計した。斜材芯は箱形鉄骨のウェブ芯に取り合うものとした。斜材がSRC部材芯に対して偏心して取り合うため、両弦材には曲げモーメントとせん断力及びねじりモーメントが加わる設計となっている。なお、斜材の軸力は箱形断面のウェブ片側で負担できるようものとした。高層部分の柱軸力を受ける部分は高層棟の柱と同一面内の斜材で応力を伝達できる計画とした。製作施工にあたり、製作工場にて仮組検査を実施し、建て方上製作精度が問題ないことを確認した(図9,14)。

⑤ハイブリッド張弦トラス梁の設計

あなんフォーラムの屋根であるハイブリッド張弦トラス梁は、上弦材を鉄骨扁平ボックス、下弦材をPC鋼棒19φ、引張力の作用する斜材をPC鋼棒11φ、圧縮力を負担する束材を杉の集成材で構成した。製

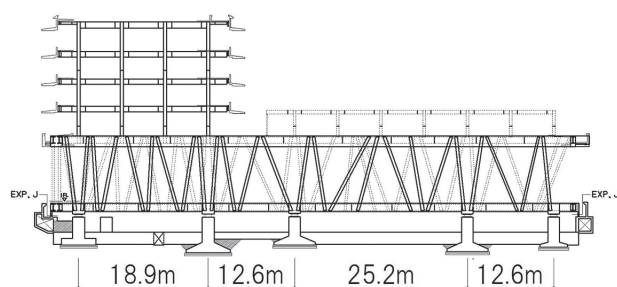


図9 西面軸組図

表1 設計クライテリア

	レベル1	レベル2
上部構造	- 短期許容応力度以内 - 最大層間変形角 1/200 以下	
免震層 (B1 階)	- 免震部材の最大水平変位 450 mm 以下 - 積層ゴムの設計許容変形 (水平せん断歪 250%) 以内 - 免震層クリアランス 650 mm	
基礎構造	短期許容応力度以内	

表2 固有周期

	X 方向			Y 方向			ねじれ		
	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
上部構造の固有周期	1.02	0.53	0.32	1.01	0.47	0.31	0.82	0.37	0.27
レベル2等価周期	4.19	0.71	0.38	3.88	0.68	0.35	3.61	0.69	0.32

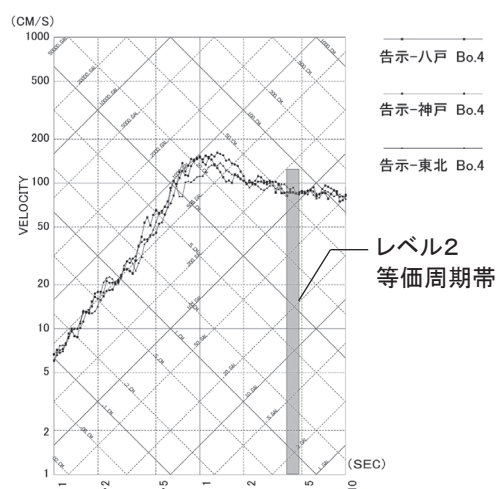


図10 検討用地震動波形のレスポンススペクトル (レベル2地震動 h=5%) 告示模擬地震動Bo.4

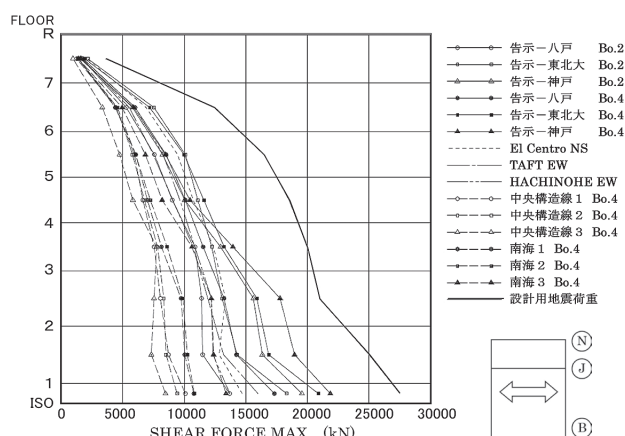


図11 レベル2応答層せん断力 X方向

作施工においては仮組検査を実施して建方計画の確認を行なった。実施工においても地組を行ない、建方を行った（図13）。

3 地震応答解析

設計用入力地震動の作成は基盤岩より上層の砂層については液状化対策実施後の地盤をモデル化し、工学的基盤から地表面への立ち上げは、大地震時の地盤ひずみが大いことから非線形性を考慮出来る有限要素プログラムLIQCAを用いた。また、地盤モデルには修正R-Oモデルを採用し、表層地盤の影響を考慮した地震波を作成した。前述したように、当該敷地の地盤は工学的基盤となる基盤岩層がGL-10～20mに傾斜して分布しており、工学的基盤の深さが各ボーリング位置で異なるため、代表3地点のボーリングデータについて地震波を作成し、得られた地震波のなかからレベル2等価周期帯において速度応答スペクトルの大きい地震波を設計用入力地震動とした。採用したレベル2地震動は告示波3波×2（ボーリング2か所）、観測波3波、サイト波中央構造線3波、サイト波南海3波である。上部構造1階の最大応答層せん断力は、告示波神戸（Bo.4）でせん断力係数0.11～0.12、このときの免震層の最大変形は約360～400mmで安定限界変形450mm以下であることを確認している（表2、図10～12）。

工事概要

建物名：阿南市庁舎 建設地：徳島県阿南市
用途：庁舎 建築主：阿南市
階数：地上7階、地下1階 軒高：SGL+36.4m
最高高さ：SGL+36.6m 敷地面積：9,003m²
建築面積：4,761m² 延床面積：20,617m²
主要構造：下部構造 鉄筋コンクリート造
上部構造 鉄骨造 偏心K型 プレース付
ラーメン

地下一階柱頭免震構造

基礎：直接基礎 独立フーチング基礎及びベタ基礎
静的締固め砂杭工法による地盤改良

工期：一期工事 2013年3月～2015年1月

二期工事 2015年7月～2017年3月

設計監理：（株）日建設計 施工：大成建設（株）

鉄骨製作：（株）エモト防府工場（二重偏心トラス梁）
長安鉄工（株）（上記以外）

免震部材：オイレス工業（株）

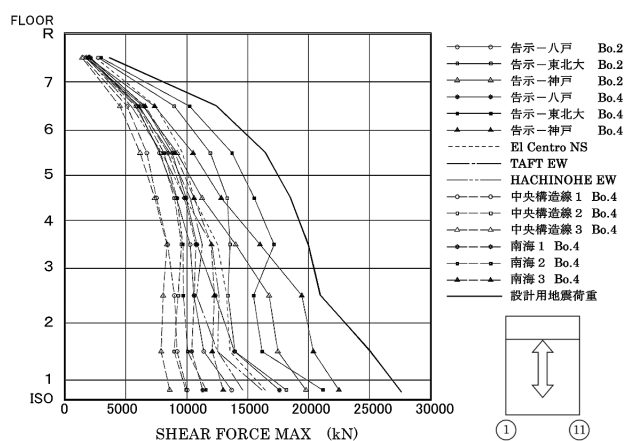


図12 レベル2応答層せん断力 Y方向



図13 フォーラム屋根建方状況



図14 鉄骨仮組検査（於エモト）

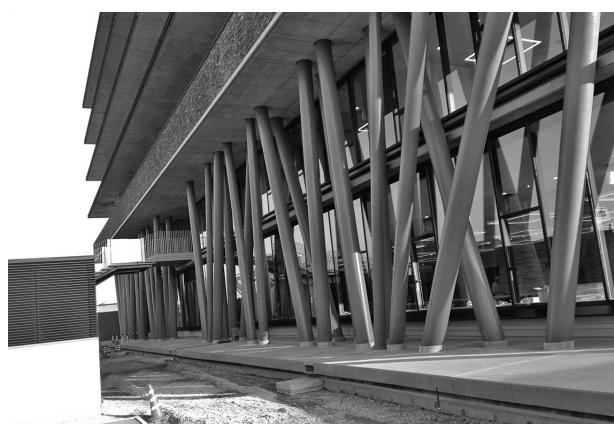


図15 北面二重偏心トラス梁架構