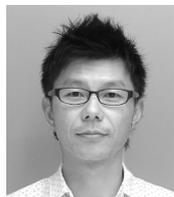


オーテピア — 高知新図書館等複合施設 —



渡邊 朋宏
佐藤総合計画



野本 圭祐
同



総谷 友昭
同



写真1 北面全景

1 はじめに

「オーテピア」は、オーテピア高知図書館、オーテピア高知声と点字の図書館、高知みらい科学館から成る複合施設で、高知県立図書館と高知市民図書館が共同運営する日本初の県市合築図書館である。核となる両施設が同時期に狭隘化と老朽化並びに南海トラフの巨大地震に備えるべく耐震性等の課題から合築の基本構想がまとまり、2011年の公募型プロポーザルで当選した。

よさこい祭りのメイン会場となる追手筋に面し、隣接する高知城、帯屋町アーケード、ひろめ市場といった、高知市を代表する観光スポットや繁華街に囲まれる立地であることから「四周に語りかける」建築、そして進取の気性の風土から「新しいタイプの図書館空間」を目指した（写真1）。

2 建物概要

建物名称：オーテピア／高知新図書館等複合施設
所在地：高知県高知市追手筋2-1-1
発注者：高知県・高知市
設計者：佐藤総合計画・ライト岡田設計JV
施工者：大成建設・ミタニ建設工業・有生JV
建築面積：4,379.12m²
延床面積：23,760.88m²
階数：地下1階、地上9階
最高高さ：38.51m
構造種別：中間層免震構造
上部／鉄骨造（一部PRC梁）
下部／鉄骨鉄筋コンクリート造
構造形式：耐震壁（ブレース）付きラーメン構造
基礎形式：杭基礎（先端翼付き回転貫入鋼管杭）

環境との接点となる外壁面に葉をモチーフとした自然光を取り込むGRC製のリーフルーバーを配置し、施設周辺の活性化に寄与する親しみやすい景観となるよう四周正面に配慮した(写真4、5)。また、設置角度のシミュレーションより、年間を通じ東西南北からの直射光を制御している。

新たな街のシンボル並びに賑わい創出の拠点となり、さらに有事の際の安全な場所となる津波避難ビル・一時避難場所として利用される。

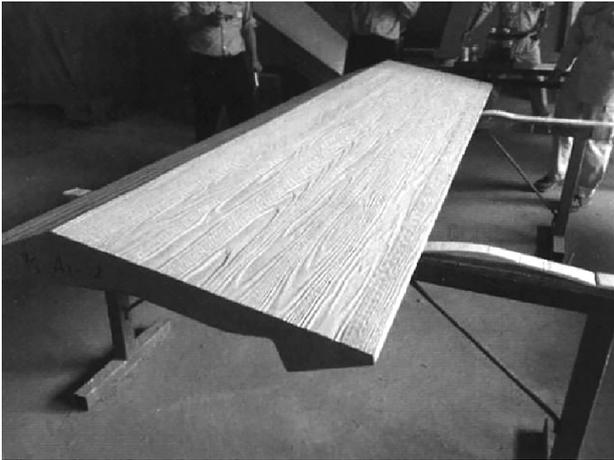


写真4 リーフルーバー



写真5 西側全景

4 構造計画概要

計画コンセプト『高知の樹』の具現化と計画地特性に適合する構造計画のポイントは、①南海トラフの巨大地震と津波等に対するフェールセーフ、②液状化対策、③支持層不陸の克服が挙げられる。地震と津波等には1、2階の間に設けた中間層免震構造で、免震下部の1階は波圧と浸水(図3)、そして漂流物衝突による躯体損傷でも自立できる、大樹が大地に根差す耐震壁付きSRC造(FC48)で力強さを表現した(写真6)。

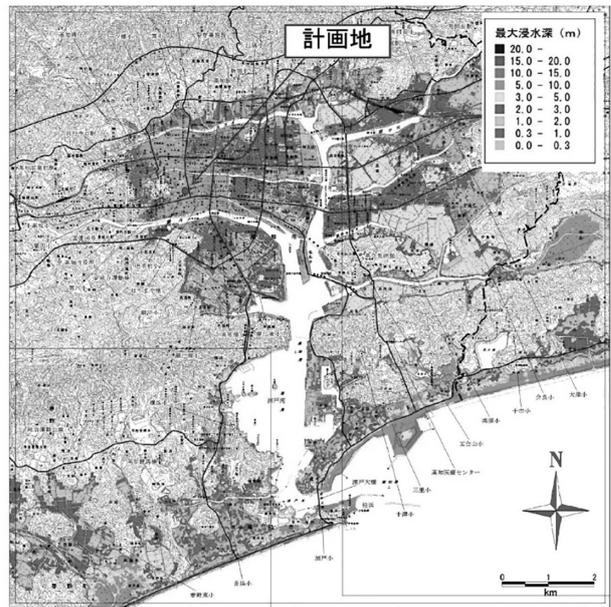
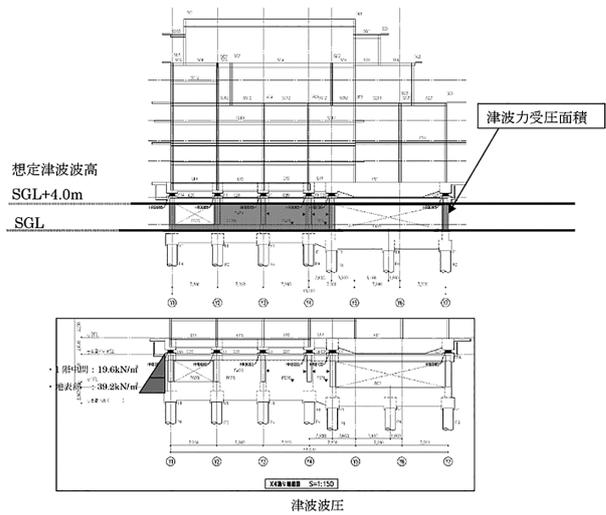


図3 津波浸水予測(高知)



写真6 1階SRC架構

免震上部の2階からは、幹と枝並びに葉の架構構成を鉄骨造とし、中央の閉架書庫エリアを「耐震の幹」に見立てた400角柱と二重鋼管ブレース（φ216.3～267.4:151基）を書架間に集中配置（図5）し、その周囲に廻る枝を模した開架書架エリアは、6.4m長さの鋼管柱（○-318.5）でグリッドを構成した。ただし「耐震の幹」への過度な水平力負担を避ける

全体抵抗型となる鋼管板厚の選定に配慮した。

これらにより、外観の特徴である箱状にずれる積層デザインをシンプルな架構と外周片持ちスラブの出寸法、そして空間構成の要となる7層分の陸立ちを支持する駐車場18mロングスパンには梁成2300のPRC梁で対処した（図6）。

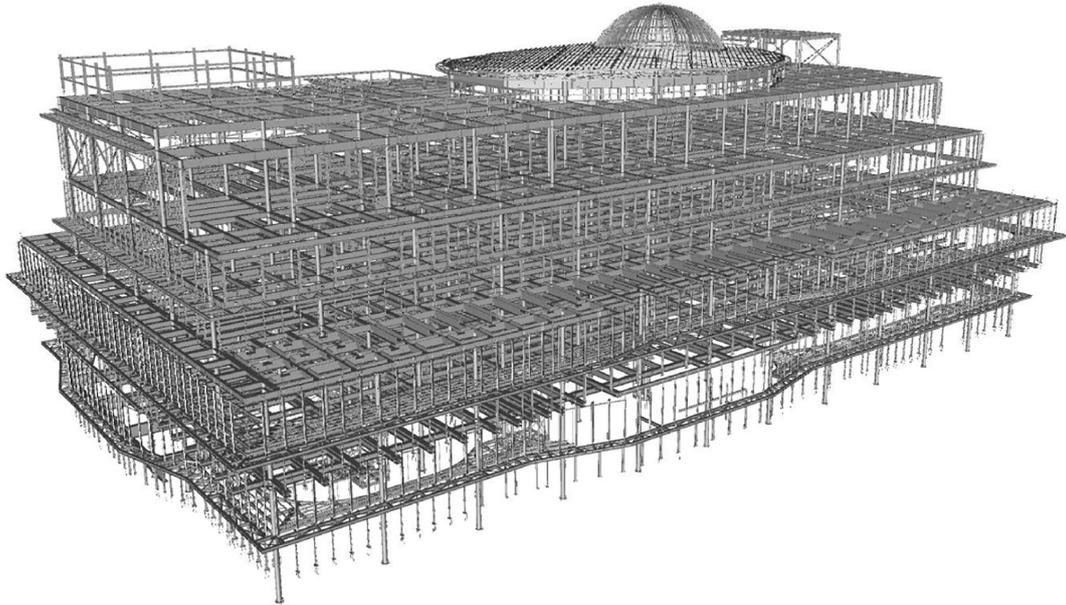


図4 免震上部フルモデル図

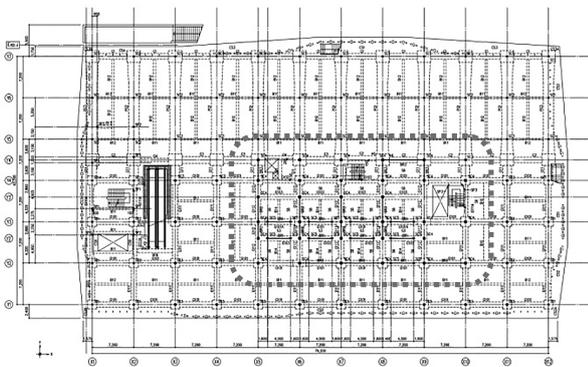


図5 2階伏図、軸組図



写真7 追手筋からの全景

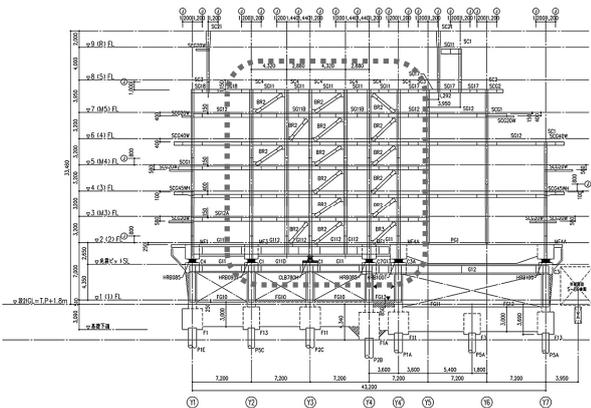


写真8 内観

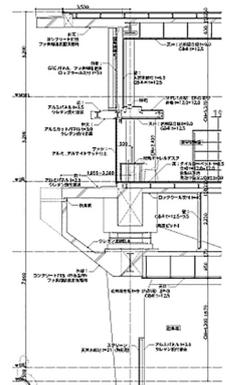


図6 矩計図

外皮の地震力から解放された片持ちスラブ間のGRCリーフルーバーには、葉の役割に見合った耐風圧抵抗用の小径鋼管をGRCに内蔵させている。また中間層免震による免震・非免震の地震力低減効果に差異が出ないように1階床免震の採用で安心・安全の向上に努めている。

免震装置には、高減衰積層ゴム支承68基（850φ～1000φ）、直動転がり支承3基（780H）、オイルダンパー8基（1,000kN）を用い、免震層の偏芯が生じないようにバランス良く配置し、水平方向クリアランスを550mmとした。

基礎形式は、砂杭による液状化対策と支持層の急激な不陸（20m以上）に対し事前ボーリングの点情報では面的な把握が困難なため、予防施策として施工着手時に音響探査を実施して、3D支持層の可視化（図7、8）を行い先端翼付き回転貫入鋼管杭の製作と施工反映に万全を期した。

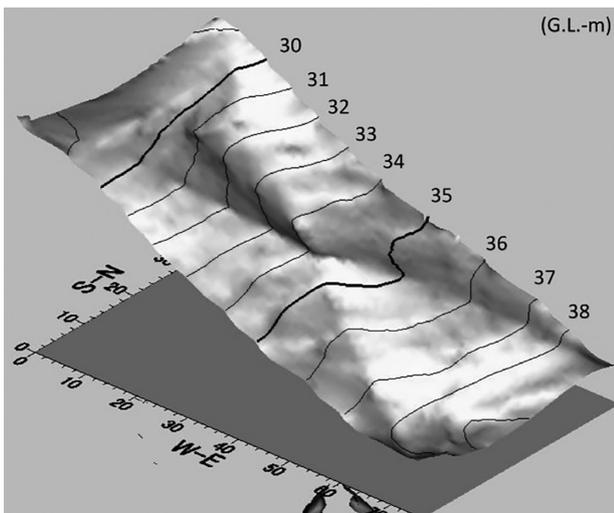


図7 音響探査調査結果（支持層3D図）

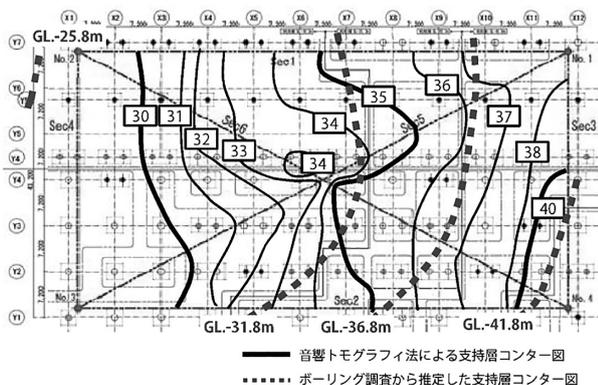


図8 音響探査調査結果（支持層コンター図）

5 時刻歴応答解析

5.1 耐震性能目標

設計は、表1に示す設計クライテリアに基づき、地震動の強さレベル1、レベル2及び耐震余裕度レベルで時刻歴応答解析を行い、免震下部構造、免震層、免震上部構造、基礎の耐震性能の評価と確認を行った。

表1 設計クライテリア

| 目標性能 | | レベル1 | レベル2 | |
|-------------|-----------|---------------|-----------|----------------------------|
| 上部構造 | 部材応力 | 短期許容応力度以内 | 弾性限範囲内 | |
| | 層間変形角 | 1/400 以内 | 1/200 以内 | |
| 免震層 | 積層ゴム | 変形 | 20cm 以内 | 45cm 以内 |
| | | 引張力 | 生じさせない | 面圧-1.0N/mm ² 以内 |
| | 転がり 支承 | 変形 | 20cm 以内 | 45cm 以内 |
| | | 支持力 | 短期許容荷重以内 | 短期許容荷重以内 |
| オイル ダンパー | 層間速度 | 性能限界速度×1/2 以内 | 性能限界速度以内 | |
| 下部構造 | 応力 | 短期許容応力度以内 | 短期許容応力度以内 | |
| | 層間変形角 | 1/1000 以内 | 1/500 以内 | |
| 基礎構造 | 応力 | 短期許容応力度以内 | 短期許容応力度以内 | |

5.2 入力地震動

表2に入力地震動を示す。入力地震動は、観測波3波、告示波3波、南海トラフの巨大地震を含めたサイト波4波を用いた。

表2 入力地震動（レベル2）

| 地震波 | | 最大加速度 (cm/s ²) | 最大速度 (cm/s) |
|------|--------------------|-------------------------------|----------------|
| 観測波 | EL-Centro NS(1940) | 509 | 50.0 |
| | Taft EW(1952) | 503 | 50.0 |
| | Hachinohe NS(1968) | 350 | 50.0 |
| 告示波 | Hachinohe NS 位相 | 325 | 71.0 |
| | Kobe NS 位相 | 347 | 62.0 |
| | 乱数位相 | 266 | 58.0 |
| サイト波 | 東海・東南海・南海3連動地震 NS | 351 | 63.0 |
| | 東海・東南海・南海3連動地震 EW | 208 | 40.0 |
| | 南海トラフ巨大地震 NS | 409 | 90.8 |
| | 南海トラフ巨大地震 EW | 356 | 47.5 |

5.3 振動解析モデル

振動解析モデルは各地震動レベルに対して共通とし、下部構造と上部構造は各層を等価せん断棒に置換し、各階床位置に質量を集約した9質点等価せん断型の質点系モデルとした。架構の復元力特性は下部構造は原点指向型、上部構造は標準トリリニアモデルとした。免震装置の復元力特性は、高減衰積層ゴム支承を修正バイリニア、オイルダンパーは速度比例型バイリニアとした。直動転がり支承は考慮していない。架構の減衰は内部粘性減衰とし、1次モードに対し2%の瞬間剛性比例型とした。

5.4 固有値解析結果

表3に固有値解析結果を示す。上部構造のみの1次固有周期は、X方向0.822s、Y方向0.873sであり十分な水平剛性を確保している。免震層225%歪時の全層モデルの1次固有周期は、X方向4.361s、Y方向4.371sである。

表3 固有値解析結果

| ケース | X方向固有周期 (sec) | | Y方向固有周期 (sec) | |
|--------|---------------|-------|---------------|-------|
| | 1次 | 2次 | 1次 | 2次 |
| 上部構造のみ | 0.822 | 0.446 | 0.873 | 0.461 |
| 225%歪時 | 4.361 | 0.610 | 4.371 | 0.612 |

表4 応答解析結果 (レベル2)

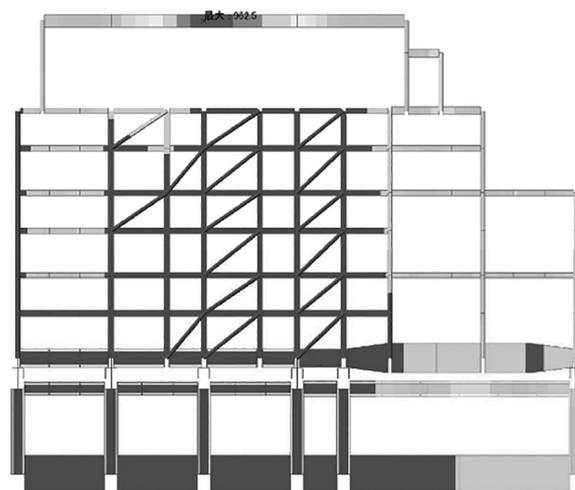
| 方向 | 項目 | 応答値 | 地震波 |
|-----|---------------|--------|--------------------|
| X方向 | 上部構造の最大層間変形角 | 1/257 | EL-Centro NS(1940) |
| | 下部構造の最大層間変形角 | 1/4036 | EL-Centro NS(1940) |
| | 上部構造の最大せん断力係数 | 0.096 | Kobe NS 位相 |
| | 免震層の層間変位 (cm) | 40.1 | Kobe NS 位相 |
| Y方向 | 上部構造の最大層間変形角 | 1/397 | 乱数位相 |
| | 下部構造の最大層間変形角 | 1/3588 | EL-Centro NS(1940) |
| | 上部構造の最大せん断力係数 | 0.097 | Kobe NS 位相 |
| | 免震層の層間変位 (cm) | 40.3 | Kobe NS 位相 |

5.5 応答解析結果

レベル2地震時における時刻歴応答解析結果を表4に示す。免震層の最大応答変位は、X方向40.1cm、Y方向40.3cm、上部構造の最大層間変形角は、X方向1/257、Y方向1/397とクライテリアを満足した。さらに本建物の断面構成上の特徴となる1階駐車場上部の2階床梁18mロングスパンと8階科学館を覆う約30mの無柱空間梁等の上下動による応答励起が懸念されるため、上下動弾性解析を行いロングスパン梁の応答加速度と免震装置に作用する鉛直震度0.35Gの妥当性を確認した (図9)。

6 おわりに

2018年1月に竣工し、同年7月にオープンを迎えることができた。設計から監理を通して発注者並びに工事関係者には多大なご協力を頂きました。この場を借りて心より感謝申し上げます。



最大応答加速度

| k _{gv} | 最大値 | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Rmax | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y7 |
| X5通り | 0.282 | 0.175 | 0.217 | 0.275 | 0.349 | 0.261 |

鉛直震度

図9 上下動弾性解析結果