

八千代市立中央図書館・八千代市市民ギャラリー



中村 幸悦
織本構造設計



韓 永輝
同

1 はじめに

「八千代市立中央図書館・八千代市市民ギャラリー」は、千葉県八千代市全域の図書館サービス網の中核として、また市民の芸術活動の発表の場として、八千代市新川周辺地区に新たに建設された図書館と市民ギャラリーの複合施設である。

2 建物概要

建物名称：八千代市立中央図書館・八千代市市民ギャラリー

所在地：千葉県八千代市村上2509番地

設計者：株式会社岡田新一設計事務所

構造設計：株式会社織本構造設計

施工者：前田建設工業株式会社

延床面積：6135.36m²

階数：地上2階

構造種別：鉄筋コンクリート造一部鉄骨造

構造形式：免震構造・耐震壁付ラーメン構造

基礎形式：既製コンクリート杭基礎

平面形状は86.4m×53.0mの図書館エリアと31.4m×32.4mの市民ギャラリーエリア、直径18.0mの円形状の喫茶スペースの3つのエリアで構成されている。

図書館エリアは南北軸に配置し、市民ギャラリーエリアは40度軸を振った形で南東側に配置している。また、メイン入口と喫茶スペースを図書館と市民ギャラリーの間に配置し動線をよくしている。図書館エリアの計画は閲覧、貸出機能を1階に集中し、2階には自動出納書庫とバックヤードが配置されている。写真1に外観と内観を示す。

階高は主に1階が4.1m、2階が3.8m、一般開架エリアが6.3m、2階の自動出納書庫が6.5mである。



写真1 外観・内観

3 構造計画

構造形式は、鉄筋コンクリート構造の耐震壁付きラーメン架構とし、一部鉄骨造を併設する。免震層は1階床下に設ける基礎免震とする。

開架図書エリアの16.7mの長スパン梁は、断面内にPC鋼線を配置し、打設後に鋼線に緊張力を与えるポストテンション方式とした。長スパンにすることで、低層でありながら軸力を有効に集中でき、免震効果が発揮できる結果となった。

また、本建物は低層の免震構造であることから、上部構造に対する設計自由度が大きくなり、以下のような意匠的な要素をなるべくデザイン意図通りに取り入れることができた。

- 1) 多様な屋根レベル差
- 2) 多様な床開口
- 3) 高さのある片持壁
- 4) 柱梁接合部のディテール
- 5) 樹木型鉄骨柱と屋根
- 6) 台形断面の超大型大梁

図書館に多様な自然採光を取り入れるため、天井レベルが多様になっており、一質点系を成立させるためにレベル段差部は段差部上下を連結する耐震壁もしくは超大型大梁でつなぎ、段差部上下端で変位差がないようにしている。(図1)

鉄骨部は一部であったため、地震力は鉄筋コンクリート本体が負担することとしている。また、鉄骨部下の免震装置は弾性すべり支承を多く配置し、長周期化を図ることとしている。

直径18mの喫茶スペースの構造は円周部柱と中心部柱で構成し、中心部はY型柱3本から枝分かれした6本の柱で中央部の円形曲面シェル形状の鉄骨屋根を支持している。中心部の柱3本はまとめて埋め込み柱脚とし、柱下には弾性すべり支承1基のみを配置している。(写真2)

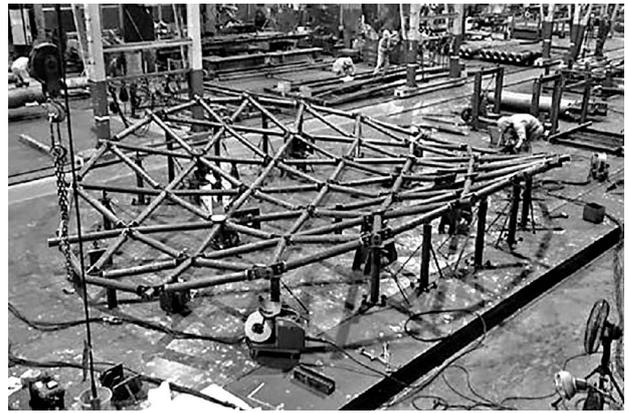


写真2 鉄骨部屋根及びY型柱

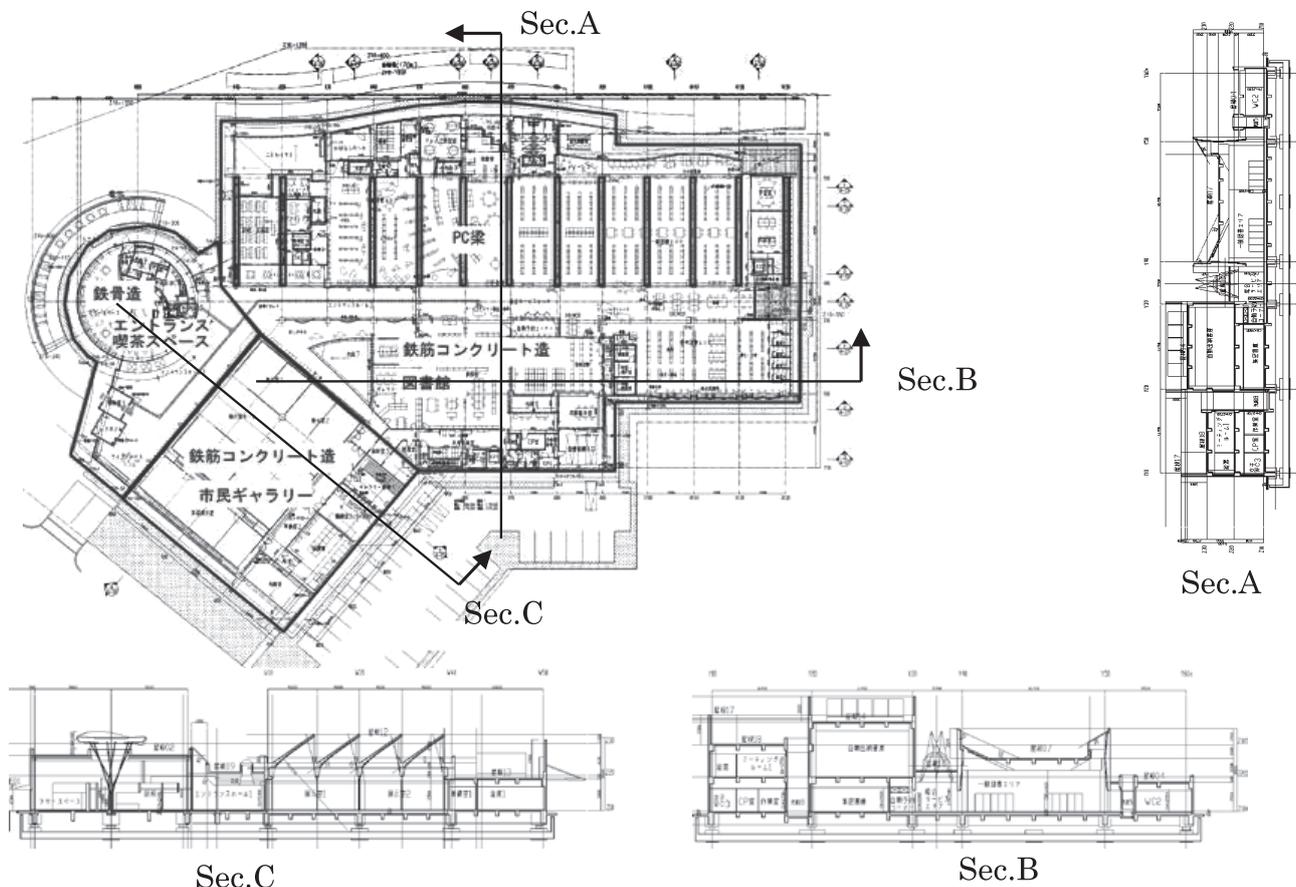


図1 屋根段差レベル

4 基礎計画

建設地の地盤は、図2に示す層序となっており、基礎下端は約GL-2.0m、杭下端はGL-20m以深の砂質層を支持層とする。免震層の下は基礎梁形式とマットスラブ形式両方のコスト比較を行い、コストが小さいマットスラブ形式を採用した。杭の計画は、建物が低層であるため杭先端をN値30超えの洪積層の砂質層とし、支持力に摩擦を考慮する節付き既製杭とする。杭頭部は鋼管巻きとして、上部のN値の小さいシルト層の地震時応力にも十分な余裕を持たせた計画とする。PS検層は約GL-90.0mまで実施し、地震波作成時の工学的基盤はGL-85.0mの洪積砂質土層に設定している。

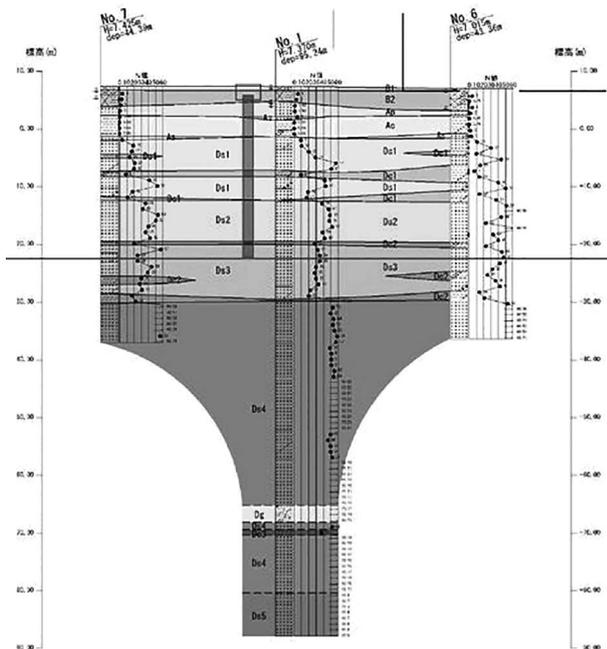


図2 ボーリング柱状図

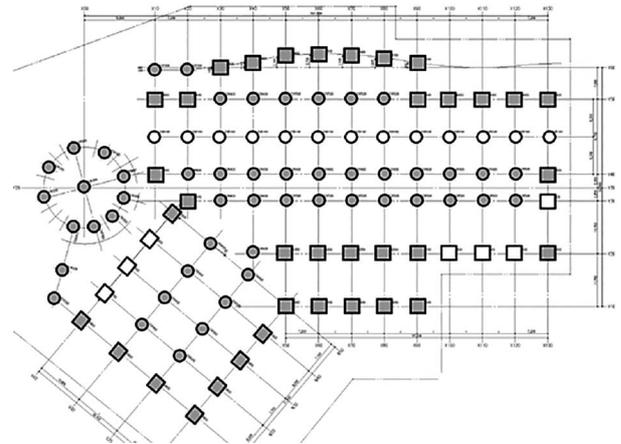
5 構造設計概要

5.1 免震層の設計方針

免震装置の構成は、鉛プラグ挿入型積層ゴム支承38基、天然ゴム系積層支承7基、弾性すべり支承48基の組合せとし、長スパン梁の中間部に剛すべり支承13基を配置している。長期応力時の軸力による積層ゴムの面圧を10N/mm²程度以下としている。

免震装置は偏心率が小さくなるように上部構造の重心と免震層の剛心が一致するように配置している。上部構造が平面的に大きくへの字になっているため、ねじれ剛性が大きくなるように水平剛性の高い鉛プラグ入り積層ゴムを建物外周に配置し、建物内部には弾性すべり支承を配置し、長周期となるように調整している。軸力が小さい喫茶スペースは装置を間引きして配置し、本体RC部に追従できるよ

う弾性すべり支承を配置している。水平方向クリアランスは60cmとしている。図3に免震装置の配置図を示す。



| 種別 | 記号 | 基数 |
|-------------|----|----|
| 鉛入積層ゴム LRB | ■ | 38 |
| 天然ゴム積層ゴム RB | □ | 7 |
| 弾性すべり支承 SSR | ● | 48 |
| 剛すべり支承 SSB | ○ | 13 |

図3 免震装置配置図

5.2 建物及び免震装置の耐震性能目標

表1に設計クライテリアを示す。時刻歴応答解析により上部構造及び免震層の耐震性能の評価と確認を行う。

表1 設計クライテリア

| 項目 | 種に発生する地震動 | | 極めて種に発生する地震動 | | |
|------|-----------|----------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------|
| | 短期許容応力度以内 | | 短期許容応力度以内 | | |
| 上部構造 | 部材の状態 | 短期許容応力度以内 | 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 以下 | 1/500 以下 | 1/500 以下 | |
| 免震層 | 最大変位 | ≦200 mm | ≦500 mm | ≦500 mm | |
| 免震材料 | 変形 | 安定変形以内(γ=100%) | 性能保証変形以内(γ=250%) | 性能保証変形以内(γ=250%) | |
| | 面圧 | 圧縮 | ≦長期推奨面圧×2 かつ安定限界強度 | ≦長期推奨面圧×2 かつ性能保証限界強度 | ≦1.0 N/mm ² |
| | | 引張 | 発生させない | ※弾性すべり支承、剛すべり支承においては引張力を生じさせない | |

6 時刻歴応答解析

6.1 振動解析モデル

振動解析モデルは、図4に示すように免震層下を固定(入力位置)とした1層1質点の等価せん断型モデルとする。上部構造の内部減衰は瞬間剛性比例型で1次モードに対して2.0%とする。

6.2 入力地震動

採用した地震波は、観測波3波、告示波3波とする。表2にレベル2の設計用入力地震動を示す。

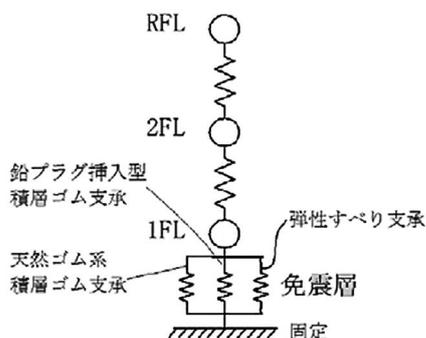


図4 質点系モデル

表2 設計用入力地震動

| 地震レベル | 地震波名 | 速度 (cm/s) | 加速度 (cm/s ²) | 時間刻み (s) | 解析時間 (s) |
|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------------|----------|----------|
| 極めて稀に発生する地震動 (レベル2) | ELCENTRO 1940 NS | 50.0 | 510 | 0.02 | 53 |
| | TAPT 1952 EW | 50.0 | 497 | 0.02 | 54 |
| | HACHINOHE 1968 NS | 50.0 | 333 | 0.02 | 234 |
| | 告示波1 (位相: HACHINOHE-NS) | 63.6 | 309 | 0.01 | 120 |
| | 告示波2 (位相: JMAKOBE-NS) | 64.0 | 338 | 0.02 | 70 |
| | 告示波3 (位相: RANDOM) | 53.7 | 317 | 0.01 | 120 |

6.3 応答解析結果

固有値解析結果より得られた基礎固定時及び免震装置250%変形時の固有周期を表3に示す。250%変形時の周期は3.6秒である。

表3 建物全体系の固有周期 (単位: sec)

| 方向 | 基礎固定時 | 250%変形時 |
|----|-------|---------|
| X | 0.080 | 3.610 |
| Y | 0.110 | 3.611 |

レベル2地震応答解析より得られたX方向及びY方向の最大応答結果を図5に示す。免震装置のばらつきを考慮した時刻歴応答解析結果を表4に示す。免震層の最大変位はX方向380mm、Y方向380mm、地上階の最大層間変形角はX方向1/38000、Y方向1/8837となっている。また、図書館の本棚の本が地震時の揺れで落ちないように最大応答加速度的目標値をレベル2に対して200cm/sec²に設定し、応答解析結果では最大加速度はX方向153.4cm/sec²、Y方向160.4cm/sec²となっている。

表4 時刻歴応答解析結果

| 項目 | X方向 | Y方向 |
|---------------------------|---------|--------|
| 免震層のベースシア係数 | 0.156 | 0.156 |
| 免震層の最大変形(cm) | 38.0 | 38.0 |
| 最大加速度(cm/s ²) | 153.4 | 160.4 |
| 地上階の最大層間変形角 | 1/38000 | 1/8837 |

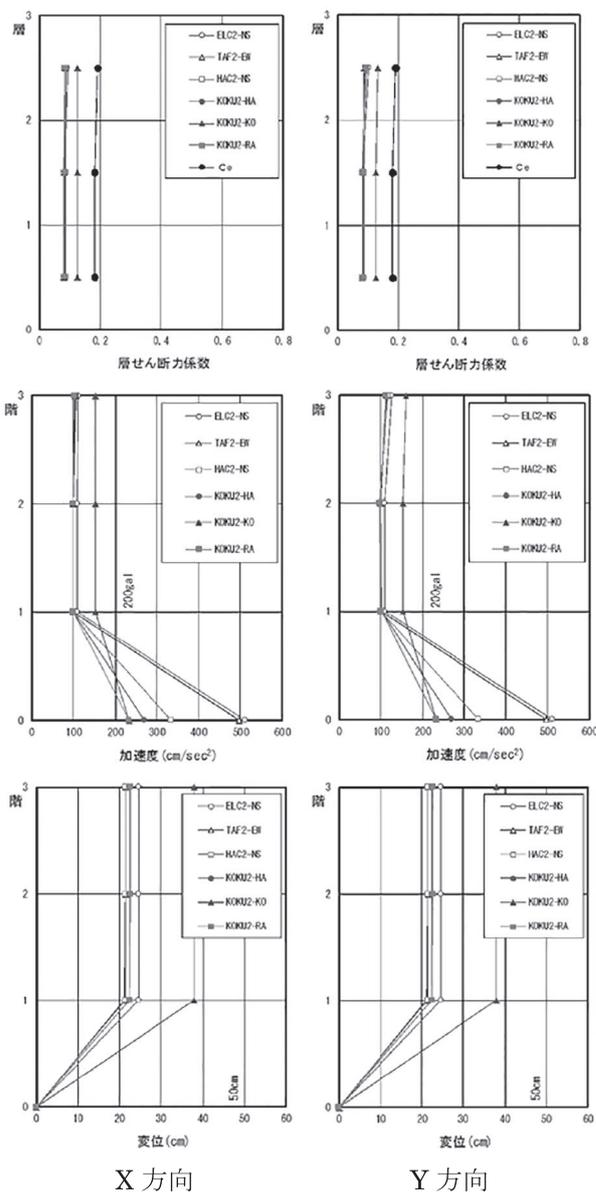


図5 最大応答解析結果

7 まとめ

平成25年9月に着工した八千代市立中央図書館・八千代市市民ギャラリー新築工事は平成27年3月に竣工しました。設計から監理を通し、市民の皆様、市役所の皆様及び工事関係者の皆様には多大なご理解とご協力をいただきました。この場を借りて心より感謝申し上げます。