

名古屋市本庁舎の免震レトロフィット



増田 直巳
三菱地所設計



岡西 努
同

1 はじめに

名古屋市本庁舎は、名古屋市の三の丸地区にあり、昭和8年竣工の地下1階、地上5階建ての鉄骨鉄筋コンクリート造の建物である。外観設計は懸賞募集で公募され、平林金吾氏案が当選し、実施設計は市建築課によって行われた。隣接する愛知県庁舎と共に帝冠様式の代表作であり、国の登録有形文化財建造物に指定されている。高さ53mの時計塔上部の2層の屋根に、四方睨みのシャチをのせて、名古屋城との調和が図られている。また、本庁舎は災害応急対策活動に必要な施設として位置付けられ、大地震時には防災拠点としての機能が期待されている。歴史的建造物としての外観を保つとともに官庁施設として必要な耐震性能の確保を図るため、比較検討の結果、免震レトロフィットによる改修案が採用された。

ここでは、国内最大級の名古屋市本庁舎の免震レトロフィットについて紹介を行う。



写真1 建物外観

2 建築概要

建物名称：名古屋市本庁舎
所在地：名古屋市中区三の丸三丁目1番1号
主要用途：庁舎
建築主：名古屋市
竣工年：昭和8年（昭和25年一部増築）
構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造
基礎形式：直接基礎
設計者：＜新築時＞
名古屋市土木部建築課
（平林金吾コンペ当選案）
＜改修時＞
名古屋市住宅都市局営繕部営繕課
株式会社三菱地所設計名古屋支店
施工者：戸田・佐藤・北川特別共同企業体

3 免震構造計画

本計画は、地下1階床下に免震層を築造し、地下1階柱直下に免震装置を設置する基礎免震形式である。地下1階床は土間スラブであり、免震層を築造するため、土間スラブを撤去し、新たに地下1階床、小梁および大梁を新設した。

新設大梁は、地震時の大変形から生じる免震装置からの反力および免震装置を設置するための仮受け施工時の応力に対して補強を行った。また、同様に既存基礎の増打ち補強を行うとともに免震層を形成する底盤を新設した。免震層を築造するために地下1階外周に擁壁およびドライエリアを新設し、上部構造が大地震に変形できるようにクリアランスを設けた。

構造躯体のクリアランスは、水平方向65cm、鉛直方向5cmとした。基礎形式は、1階部GL-6.3m（地

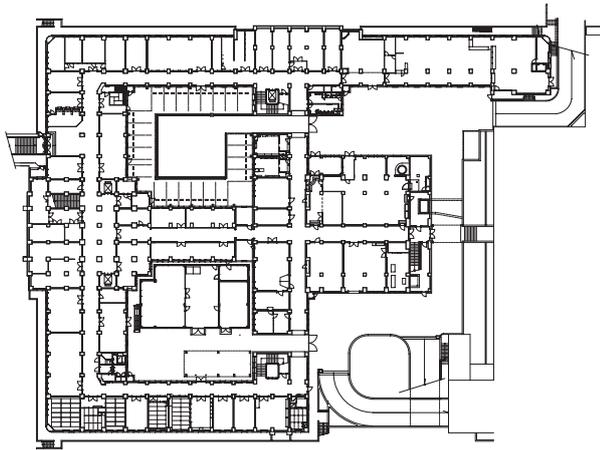


図1 地下1階平面図

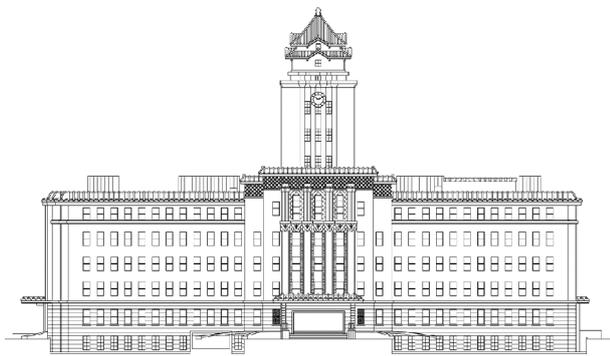


図2 西立面図

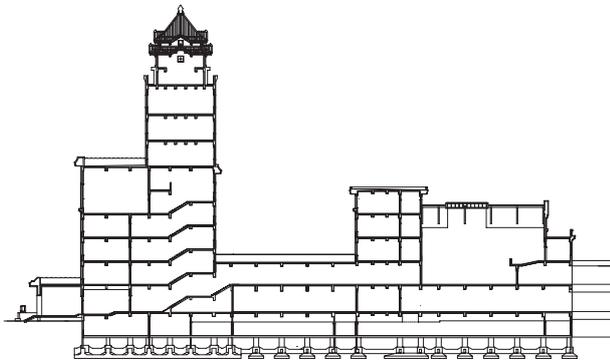


図3 東西方向断面図

下1階部GL-3.8m)以深の熱田層を支持層とする直接基礎(べた基礎)としている。

図5に示すように免震装置には鉛プラグ入り積層ゴムアイソレーター、直動転がり支承、オイルダンパーを採用している。鉛プラグ入り積層ゴムアイソレーターは750φ56基、800φ24基、直動転がり支承は地下1階下部に214基、1階玄関エントランス部に9基設置する。オイルダンパー1,000kNは64基設置する。免震装置数の合計は300を越え、免震レトロフィットとしては国内最大級の規模である。

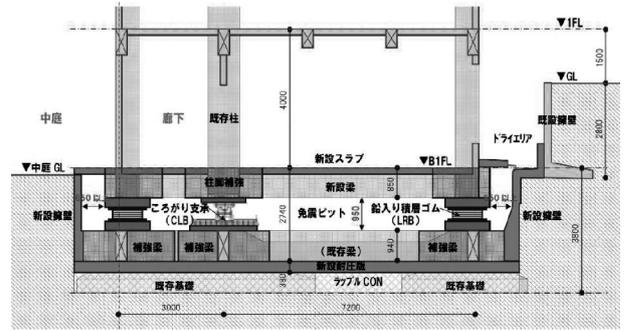


図4 免震ピット断面図

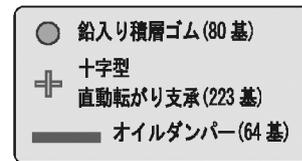
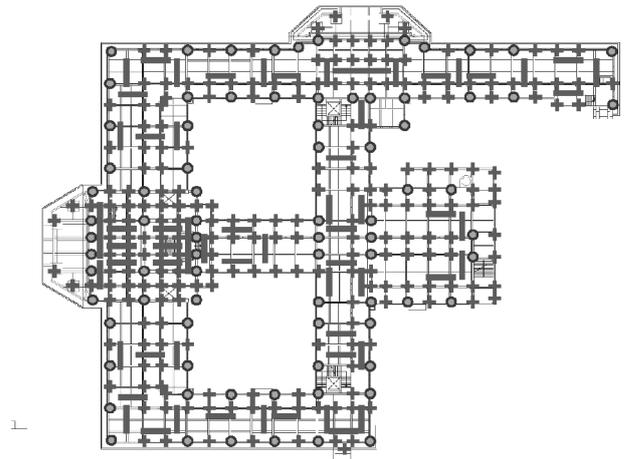


図5 免震装置の配置

4 時刻歴応答解析

本建物の改修設計では、表1に示す目標耐震性能に基づき、地震動の強さとして3つのレベル(レベル1、レベル2、安全余裕度検討用)を想定し、時刻歴応答解析を行い、上部構造、免震装置、基礎の耐震性能の評価・判定を行った。

時刻歴応答解析に用いた地震波を表2に示す。その中の想定地震波は「名古屋三の丸地区における地域特性を考慮した耐震改修のための基盤地震動」(通称「三の丸波」)を用いて、建設地の地盤特性を考慮した重複反射理論に基づき作成した基礎床付け面での模擬地震波である。作成した模擬地震波14波のうち、レベル2応答では予備地震応答解析により大きな応答値を示した3波の地震波を時刻歴応答解析に採用した。レベル2検討で用いた地震波の応答スペクトル3軸図を図6に示す。

表1 目標耐震性能

| レベル | レベル1 (25cm/s) | レベル2 (50cm/s) | 安全余裕度 (75cm/s) |
|------|--|--|--|
| 上部構造 | 短期許容応力度以内 層間変形角 $\leq 1/1000$ | 弾性限耐力以内 層間変形角 $\leq 1/500$ | 保有水平耐力以内 層間変形角 $\leq 1/250$ |
| 免震装置 | 安定変形以内 最大せん断歪み率 $\gamma \leq 160\%$ (32cm) | 安定変形以内 最大せん断歪み率 $\gamma \leq 160\%$ (32cm) | 終局限界変形以内 最大せん断歪み率 $\gamma \leq 320\%$ (64cm) |
| 基礎 | 接地圧を 短期許容支持度以下 | 接地圧を 短期許容支持度以下 | 接地圧を 極限支持度以下 |

表3 レベル2の時刻歴応答解析結果

| | X方向 | Y方向 |
|-------------------------------|--------|--------|
| 最上階の最大加速度(cm/s ²) | 200.0 | 198.8 |
| 1階の最大せん断力係数 | 0.112 | 0.115 |
| 地上階の最大層間変形角 | 1/2684 | 1/2970 |
| 免震層最大応変位(cm) | 28.3 | 28.3 |

表2 採用地震波

| 地震名 | 位相波 | レベル1 | | | レベル2 | | | 安全余裕度 | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|
| | | 最大加速度 Amax (cm/s ²) | 最大速度 Vmax (cm/s) | 最大変位 Dmax (cm) | 最大加速度 Amax (cm/s ²) | 最大速度 Vmax (cm/s) | 最大変位 Dmax (cm) | 最大加速度 Amax (cm/s ²) | 最大速度 Vmax (cm/s) | 最大変位 Dmax (cm) |
| 標準波 | (1) EL CENTRO NS | 255.4 | 25.0 | 9.1 | 510.8 | 50.0 | 16.2 | 766.2 | 75.0 | 24.3 |
| | (2) TAFT EW | 248.4 | 25.0 | 12.9 | 496.8 | 50.0 | 25.8 | 745.2 | 75.0 | 38.7 |
| | (3) HACHINOHE NS | 165.1 | 25.0 | 7.2 | 330.1 | 50.0 | 14.4 | 495.2 | 75.0 | 21.6 |
| 想定地震波 〔二の丸波〕 | (4) SHINTOKAI NS | — | — | — | 222.7 | 58.1 | 20.1 | — | — | — |
| | (5) SHINTOKAI EW | — | — | — | 267.4 | 67.1 | 23.0 | — | — | — |
| | (6) SANAGE NS | — | — | — | 333.9 | 46.8 | 19.2 | — | — | — |
| | (7) FUKUZAI-C EW | — | — | — | — | — | — | 538.9 | 92.9 | 38.6 |
| | (8) FUKUZAI-S EW | — | — | — | — | — | — | 567.5 | 105.5 | 47.0 |
| 告示波 | (9) KOKUJI-HACHI | 128.0 | 14.7 | 10.5 | 448.7 | 73.9 | 53.9 | 673.0 | 110.8 | 80.8 |
| | (10) KOKUJI-JMA | 122.1 | 16.6 | 10.6 | 427.0 | 72.0 | 51.3 | 640.5 | 108.0 | 77.0 |
| | (11) KOKUJI-RAN | 148.1 | 13.7 | 8.8 | 529.6 | 62.1 | 45.8 | 794.4 | 93.2 | 68.7 |

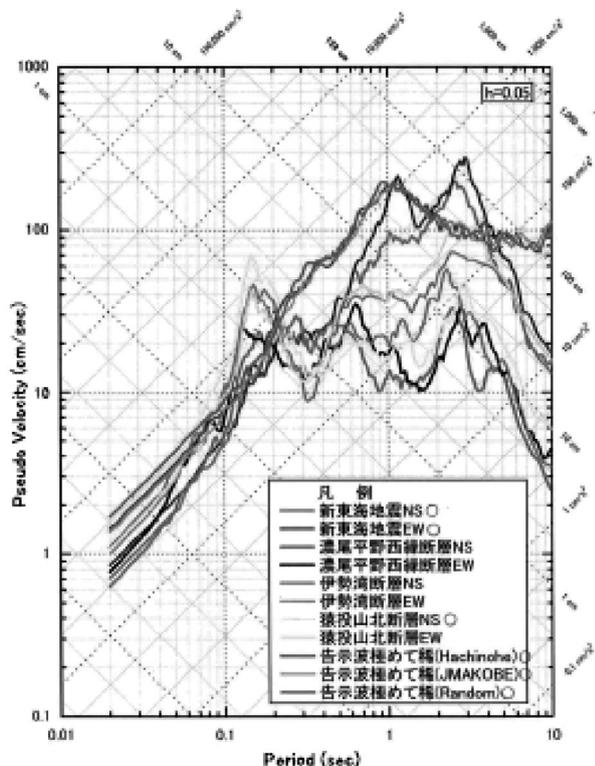


図6 レベル2地震波の応答スペクトル3軸図

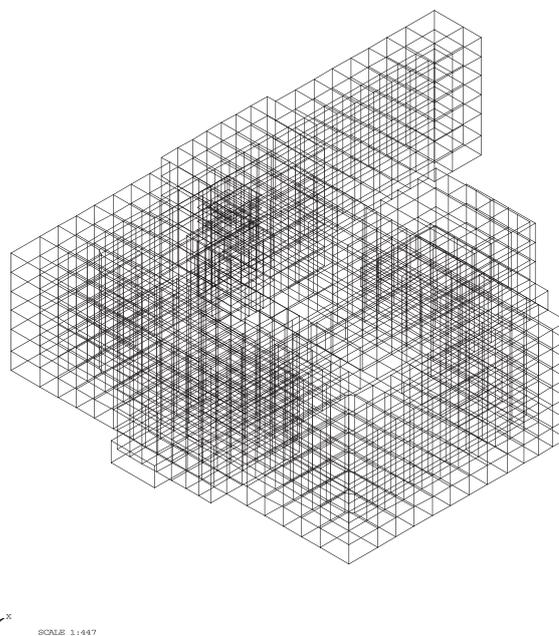


図7 ねじれ振動解析モデル

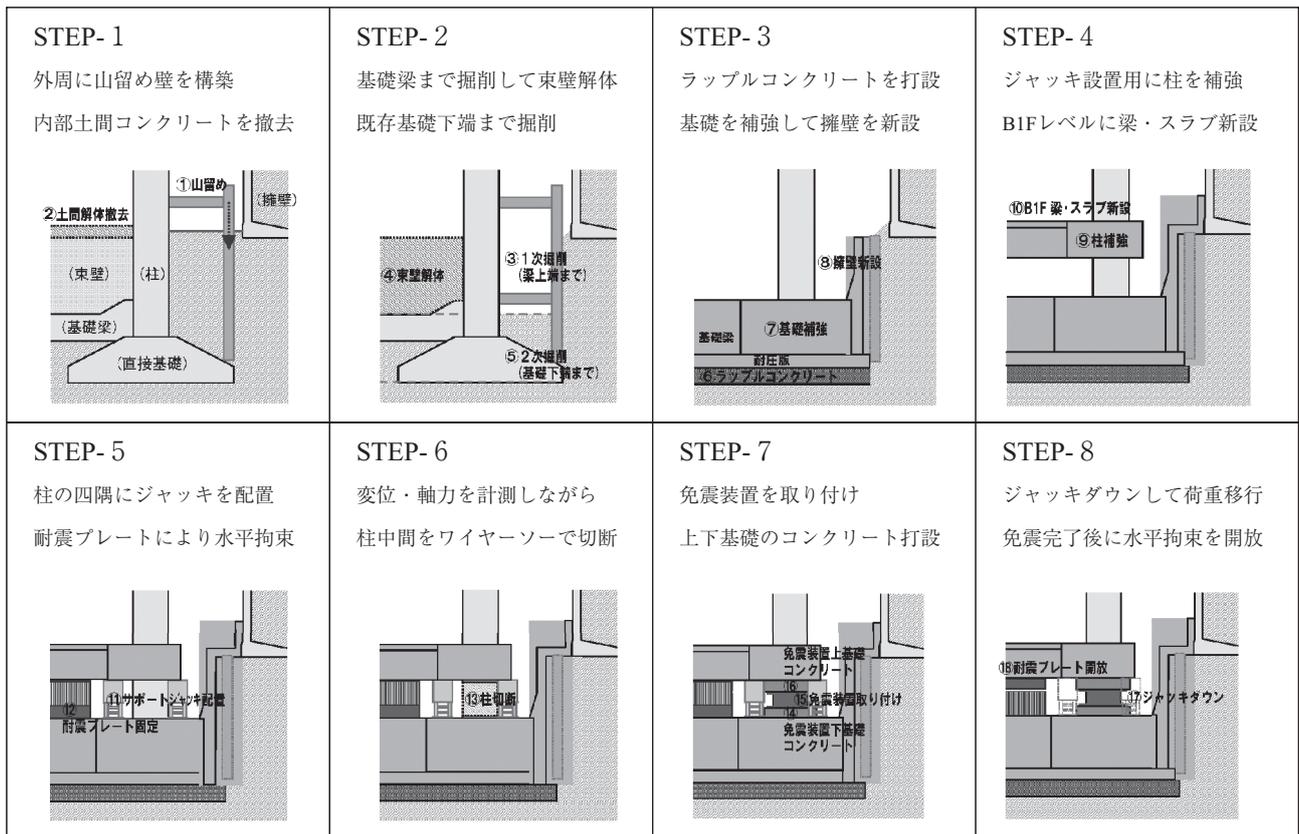


図8 施工順序

時刻歴応答解析は、13質点の解析モデルにより行い、耐震安全性の評価を行った。

免震装置のばらつきを考慮して行ったレベル2地震時にける時刻歴応答解析結果を表3に示す。レベル2地震応答では免震層の最大応答変位は、X、Y方向とも28.3cm、地上階の最大層間変形角はX方向が1/2684、Y方向が1/2970となっている。

また、別途全体立体フレームモデルによるねじれ応答解析を行い、動的なねじれの検証も行っている。ねじれ振動解析モデルを図7に示す。

5 施工計画

免震化工事は建物を使用しながら、施工が実施された。図8に免震装置据付までの施工順序を示す。

6 おわりに

平成19年3月に着工した工事も、工期3年8ヶ月を経て、平成22年11月に竣工予定である。

約1,300人の市職員が働く庁舎において、建物を使用しながら、建物を支える300本以上の柱を切断し免震装置を組み込む工事は前例が少なく、工事においては建物使用者への細心の配慮が求められ、大変難易度の高い工事であった。

最後に、本改修工事を無事完了させるためにご指導、ご協力を頂きました名古屋市住宅都市局営繕部営繕課の皆様、戸田・佐藤・北川特別共同企業体をはじめとする工事関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 愛知県設計用入力時震動研究協議会他：名古屋市三の丸地区における地域特性を考慮した耐震改修のための基盤地震動の作成(2004年7月)