

社会保険業務センター高井戸庁舎

山田守建築事務所 平岡昌紘



同 山根 進



1. はじめに

本建物は、杉並区高井戸に建設される地下1階地上4階の社会保険業務センター高井戸庁舎改築工事である。

社会保険業務センターは、年金や医療費の支払いなどに関する業務処理部門を担当する社会保険庁の施設機関として、社会的に重要度の高い施設であり、地震その他の災害に対し十分な安全性を確保することが要求されるため、本計画においては、基礎絶縁型の免震構法を採用して地震に対する安全性の向上を目指すことにした。

なお、現在実用化されている建物免震システムでは、上下動に対する免震効果が少ないため、特に振動に対する要求性能の厳しいマシン室については、上下振動を低減するために制振装置(TMD)を併せて採用した。

2. 建物概要

本建物の平面形は、長辺方向が6.4m×25スパン、短辺方向が15.75mと12.4mの2スパンを基本寸法とし、建物の中央部付近で“く形”に折れ曲っており、折れ曲り部の内角は約111°をなしている。(図-1完成模型、図-2 1階平面図、図-3 断面図参照)

工事名称	社会保険業務センター高井戸庁舎改築工事
建物用途	事務所
所在地	東京都杉並区高井戸西3丁目5番24号
建築主	社会保険庁
設計監理	株式会社 山田守建築事務所
施工	建築 フジタ・多田・馬淵建築工事JV 電気 日本電設工業(株) 空調 ダイダン(株) 衛生 第一工業(株)
地域地区	住居地域、準防火地域、第二種高度地区
面積	敷地面積 14,267.18m ² 建築面積 4,573.22m ² 延べ面積 21,326.48m ²

階数	地下1階、地上4階、塔屋1階
建物高さ	軒高 19.00m 最高高さ 23.65m
構造	基礎 直接基礎(べた基礎) 骨組 柱SRC造、梁S造(一部SRC造) 鉄骨ブレース、RC造耐震壁を併用 床 RC造(デッキプレート捨型枠) 免震装置 鉛入り積層ゴム(LRB) 一部積層ゴム(RB)
仕上	外壁 PC版(花崗岩打込) 床 タイルカーペット敷(フリーアクセス)

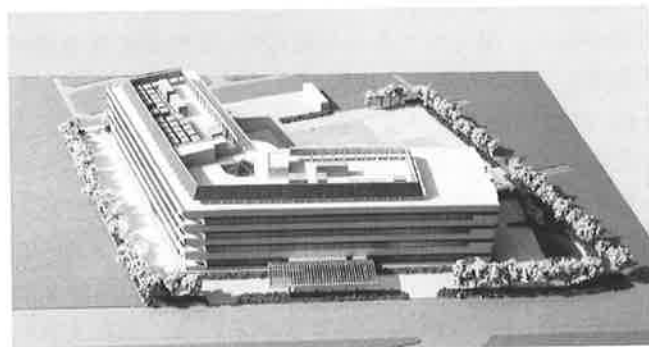


図-1 完成模型

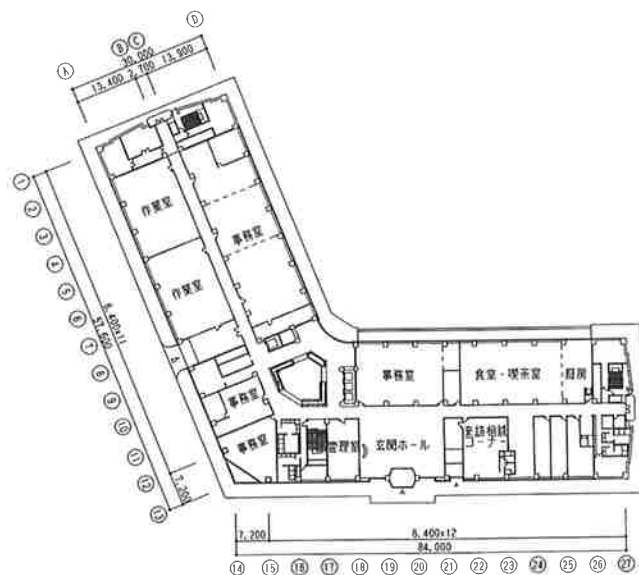


図-2 1階平面図

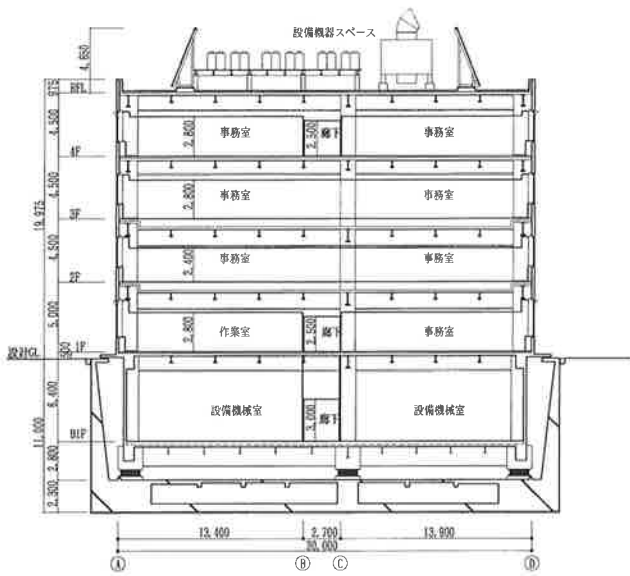


図-3 断面図

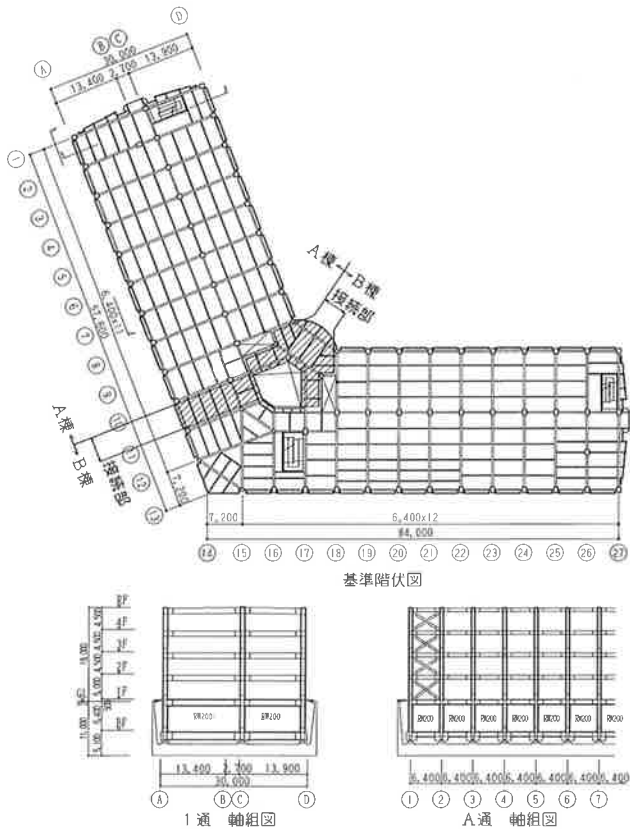


図-4 基準階伏図、軸組図

3. 構造計画概要

上部架構は、各階とも中廊下を挟んで両側に無柱の居室を配置しているため、短辺方向を15.75mと12.4mの2スパンを基本寸法とした。柱を鉄骨鉄筋コンクリート造、梁を鉄骨造とし、免震層に対して十分に大きな水平剛性を確保するため、各階の要所に鉄骨ブレースを配置し、建物基部である地階外周には、鉄筋コンクリート造耐震壁を設けた。

免震装置は、鉛入り積層ゴムを各柱下に設け、重量分布および剛性分布の均一化を図り、装置の径は、柱軸力に応じて1000φ、900φ、800φとした。

基礎は、GL-10.0m以深の武蔵野礫層を支持層とする直接基礎工法(べた基礎)を採用した。

なお、工事は、既存建物を使用しながら行うため図-4に示すように、建物の中央付近でA棟とB棟工事の2つに区分し、先にA棟を完成させて免震建物として機能させる。その後、A棟を使用しながら既設建物を解体し、B棟を建設する。B棟工事の終盤においてA棟の免震機能を一時的に固定し、A・B棟の接続工事をを行いA棟とB棟を一体化したのち、総ての免震機能を固定を解除して1つの建物として完成させる。

4. 構造設計概要

本建物に採用する免震構法は、建物の上部と基礎との間に鉛入り積層ゴムを設置し、建物の固有周期の長周期化と振動エネルギーの吸収をはかり、地震時における応答量を低減するものである。

先に述べたように、工事期間中にA棟部分を先に完成させ、免震建物として約2年間利用するため、A棟のみの耐震性能についても検討したが、以下の説明においては、A・B棟完成形を主体とする。

図-5に示すようにA・B棟完成形は、基準座標系のX・Y軸を約50°回転した軸が剛性の主軸と仮定できるので、これをS1、S2軸とし、この方向について基本的な解析および検討をした。A棟のみの場合は、矩形建物であるためX、Yの2方向について検討した。

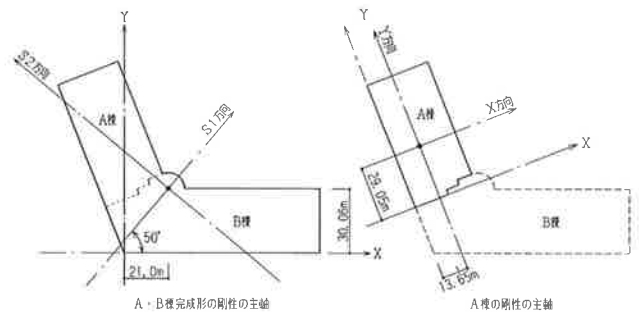


図-5 剛性の主軸

表-1 設計目標値

入力レベル	上部構造		免震装置の最大変形
	層間変形	応力状態	
レベル1 (25cm/sec)	1/1000以下	設計用層せん断応力以下	75%歪以下
レベル2 (50cm/sec)	1/750以下	許容応力度以下	150%歪以下
大変形時 (75cm/sec)	1/500以下	許容応力度以下	200%歪以下

*) マシン室の応答加速度は、総ての入力レベルで250cm/sec²以下とする。

1) 上部構造の設計

図-3断面図に示すように地下外周はすべてドライエリヤになっているため、地下1階を第1層とした5階建として予備応答解析を行い、標準設計せん断力係数、高さ方向のせん断力の分布形、設計目標などを決定した。

- ・ 標準設計せん断力係数 $C_0=0.15$
- ・ 高さ方向のせん断力の分布形 A_i 分布

2) 免震装置の設計

本建物の免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴム800φ~1000φ70基、積層ゴム4基、計74基を使用し、装置の平均面圧を100kg/cm²程度として、50%歪時における装置階の重心と剛心が一致するように配置し、偏心率が充分小さいことを確認した。

さらに、図-2に示すように不整形な平面をしているため、水平2方向入力による疑似立体応答解析を行って、ねじれの影響が小さいことを確認した。

免震装置の配置図および詳細を、図-6、図-7に示す。

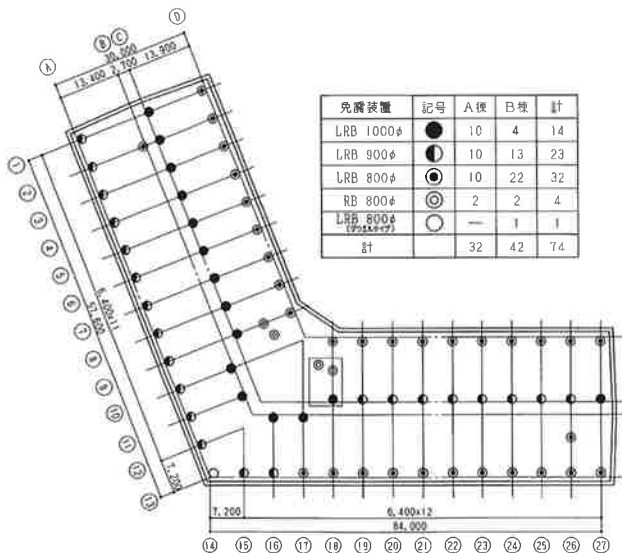


図-6 免震装置の配置図

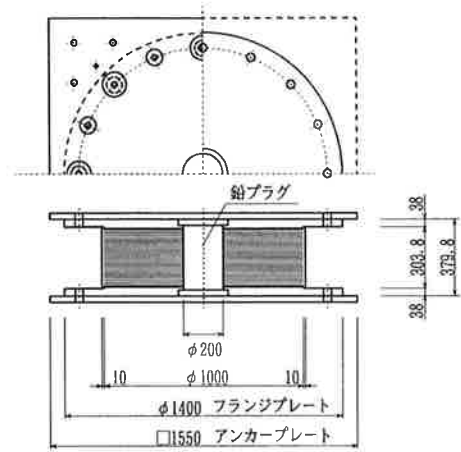


図-7 免震装置の詳細 (LRB 1000)

5. 地震応答解析概要

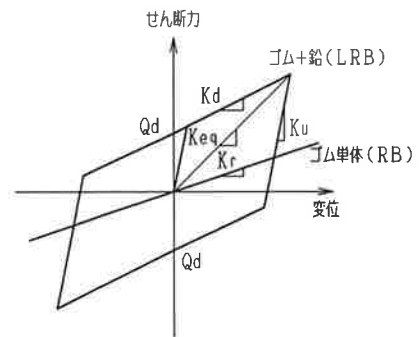
1) 解析モデル

免震建物は、ほぼ1自由度系に近い振動現象を示すので、単純な振動解析モデルで精度良く地震時の挙動を把握できる。

建物全体の水平地震動に対する応答性状を把握するため、各層毎に質点を集約した6質点せん断型モデルを採用した。

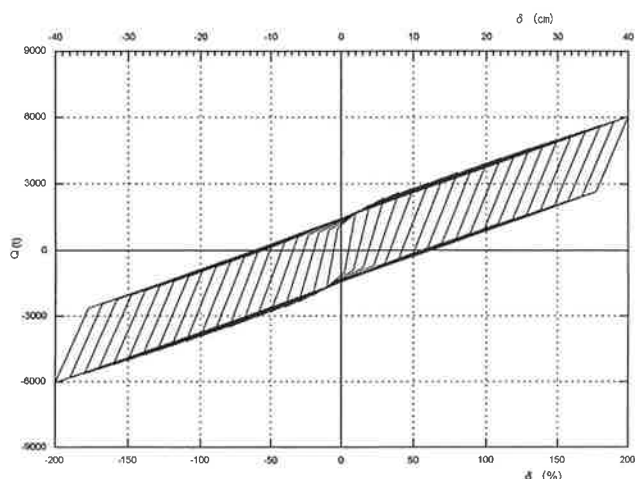
上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析により求めたスケルトンカーブをトリリニア型に仮定し、免震装置の復元力特性は、50%時のせん断歪みを基準として歪みレベルに応じた修正バイリニアーループで近似した。応答解析は、主軸方向 (S1、S2軸) における検討を基本とした。

さらに、免震装置に対する転倒モーメントや地震時上下動による軸力変動の影響を検討するため、水平2方向入力による疑似立体応答解析と上下動応答解析を重ね合わせた検討を行い、免震装置に有害な引抜力が生じないことを確認した。免震装置の復元力特性は、1個のせん断ばねを8等分したMSS (Multi Shear Spring) モデルと鉛直ばねにモデル化し、せん断ばねは、歪みレベルに応じた修正バイリニアとし、鉛直ばねはすべて線形とした。装置単体の履歴特性と免震装置全体の履歴特性図をそれぞれ表-2、図-8に示す。



表一2 50%歪み時の装置単体の履歴特性

装置種類	Qd (t)	Kd (t/cm)	Ku (t/cm)	Keq (t/cm)
LRB 1000 φ	26.704	2.383	15.490	5.014
LRB 900 φ	21.630	1.979	12.864	4.164
LRB 800 φ	17.090	1.564	10.166	3.290
RB 800 φ	kr=1.340			



図一8 免震装置全体の履歴特性図 (A・B棟完成形)

2) 入力地震動

入力地震動として、表一3に示す標準的な記録地震動4波、表一4に示す敷地の地盤特性を考慮した模擬地震動を採用した。

なお、ねじれまたは軸力変動の影響を検討するための入力地震動は、6質点せん断型モデルによる応答解析において設計上支配的であった次の2波を採用した。

- ・ EL CENTRO 1940 NS・EW・UD
- ・ HACHINOHE 1968 NS・EW・UD

表一3 記録地震動

地震動名	レベル1 (cm/sec ²)	レベル2 (cm/sec ²)	大変形時 (cm/sec ²)
EL CENTRO 1940 NS	255.4	510.8	766.1
TAFT 1952 EW	248.4	496.7	745.1
HACHINOHE 1968 EW	127.7	255.4	383.1
HACHINOHE 1968 NS	165.0	330.0	495.0

表一4 模擬地震動

模擬地震動名	最大加速度 (cm/sec ²)	最大速度 (cm/sec)
TAKAIDO	385.9	45.4
KANTO-1	328.9	54.2
KANTO-2	425.9	106.1

3) 応答解析結果

・ 1次固有周期

各入力レベルにおける積層ゴムの最大応答せん断歪率とその時の1次固有周期を表一5に示す。

表一5 1次固有周期

入力レベル	レベル1	レベル2	大変形時
積層ゴムの最大応答せん断歪率	50%	125%	200%
S1方向	2.271秒	2.820秒	3.067秒
S2方向	2.274秒	2.823秒	3.070秒

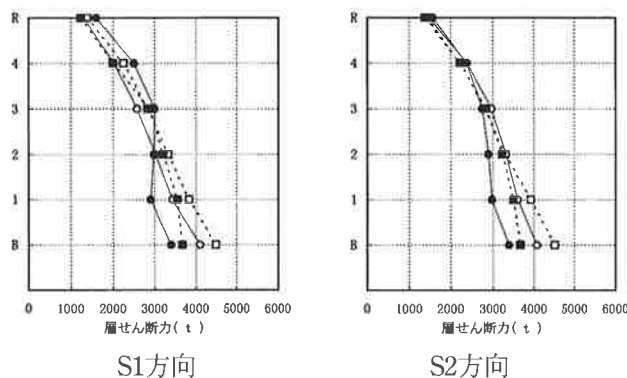
・ 応答解析結果

図一9に水平地震動に対する「レベル2」のときの最大応答せん断力、最大応答変位および最大応答加速度を示す。

解析結果より、上部構造の最大応答せん断力は、レベル1およびレベル2で設計用層せん断力以下であり、耐力上十分な安全性を確認した。

免震装置の最大応答変位は、レベル1で10.44cm (52%歪)、レベル2で24.65cm (123%歪)、大変形時で39.34cm (197%歪) になっており、大変形時においてもハードニング現象を生じない安定変形領域にある。

2、3階のマシン室の最大応答加速度は、レベル1で123cm/sec²、レベル2で179cm/sec²、大変形時で247cm/sec²であり、いずれも設計目標値の250cm/sec²を満足している。



図一9(a) 最大応答せん断力

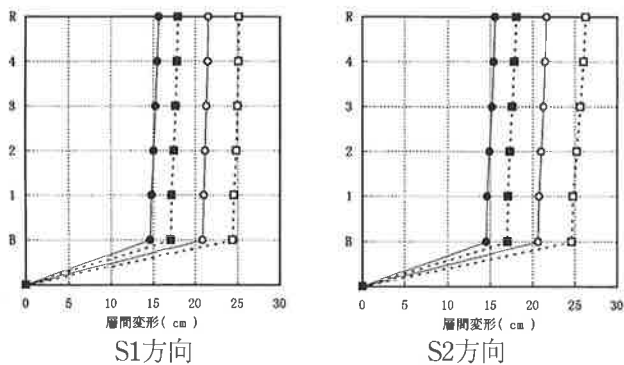


図-9(b) 最大応答変位

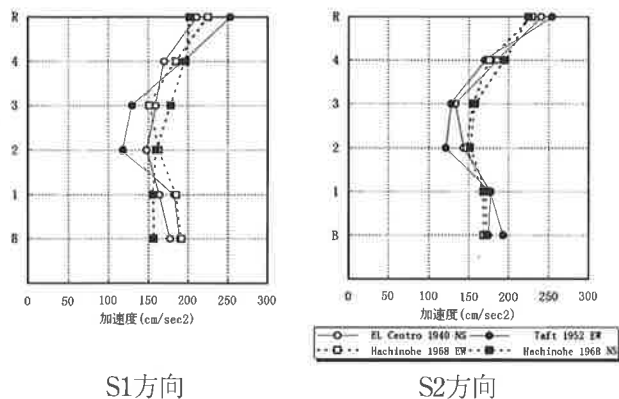


図-9(c) 最大応答加速度

6. TMDの概要

大地震時の上下方向の揺れを低減する目的で一部の大梁に制振装置を設置した。

本制振装置は質量・ばね・ダンパーで構成される質量同調方式のTMD (Tuned Mass Damper) と呼ばれるものである。図-10側面図に示すように本装置は「てこの原理」を利用している。つまり、ボールベアリングを組み込んだ支点を中心に回転アームを設け、アーム中央付近に可動マス (質量) とオイルダンパー、先端にコイルばねを取付けている。大梁の固有振動数と同調するように設定されたTMDは、上下振動が作用すると可動マスが逆位相で振動し、ダンパーの減衰効果と一緒に振動を吸収する。また、可動マスを移動することによって固有振動数の調整が可能である。

TMDの効果を確認するために、躯体工事完成後に砂袋落下試験と起振機による振動試験を行った。

試験は、大梁で囲まれた床を対象にして、積載荷重が無い状態と、建物の使用状態を想定した疑似載荷状態の2ケースについて実施し、床の固有振動数の測定と、TMDのチューニングを行った。

試験結果は、15.75mスパンにおいて計算上の固有振動数10Hzに対して実験値が9Hzとなり若干小さめの値を示した。また、図-11に示す応答波を得るとともに設定周波数のフーリエスペクトル振幅で約1/2になるようなTMDの効果を確認した。

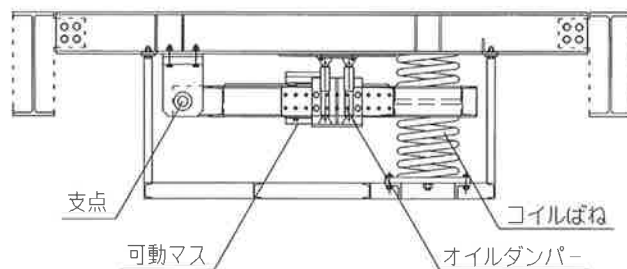


図-10 TMD側面図

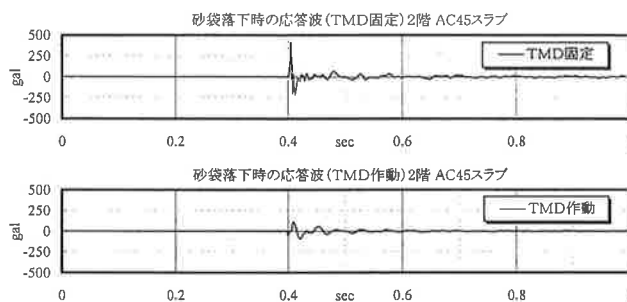


図-11 砂袋落下時応答波

7. おわりに

本建物は、現在工事中で平成12年3月に竣工する予定である。

建物の完成後は、地震応答性状を実証するため地震観測を行い免震構法の発展に寄与したいと考えている。

阪神・淡路大震災において多くの建築物が大被害を受けるとともに免震建物の有効性が実証されたことは記憶に新しく、その後免震建物の評定物件数が飛躍的に増加しているが、免震建物は設計の考え方により地震に対する安全性能にある程度の幅があること、申請上の手続き並びに完成後の維持管理に多くの労力を必要とするなど、多少改善の余地があるものと思われる。建築基準法の性能規定化が進む中で免震構法のより一層の普及発展を期待する。