

東京女子医科大学(仮称)総合外来棟

織本匠構造設計研究所
中澤昭伸



同
深澤正彦



1. はじめに

現在、東京女子医科大学は区道を挟み、南側の河田町と北側の若松町に分散して立地している。この度、若松町敷地北側の税務大学移転に伴い、21世紀の病院として整備することが可能となった。当計画はその一段階目として、総合外来棟として各棟に分散していた外来部分を集約する目的で建設することとなった。

総合外来棟は、地下3階、地上6階とし、外来診察部門以外に地下駐車場、放射線検査、一部事務部門に加え、敷地全体の受電機械室を中心とするエネルギーセンターを建設するものである。21世紀の大学病院として、また地域の中心医療施設として、災害時の医療活動を可能にすべく、免震構造を採用することになった。また、免震構造の採用により、地上5階の高層棟と地上3階の低層棟を大きなアトリウム空間を有しながら一体化することが可能となった。

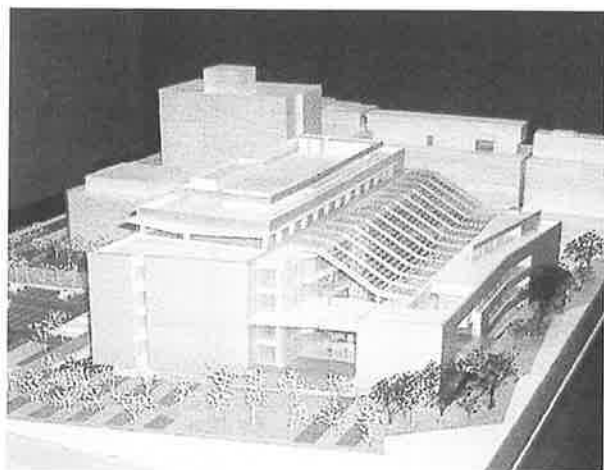


図-1 建物模型写真

2. 建物概要

建設地：東京都新宿区若松町21-1他

建築主：学校法人 東京女子医科大学

設計監理：株式会社 現代建築研究所

構造設計：株式会社 織本匠構造設計研究所

主用途：付属病院（総合外来棟）

建築面積：7,230.57 m²

延床面積：43,429.93 m²

階数：地下3階、地上5階、塔屋1階

軒高：24.1 m

最高高さ：28.8 m

基準階：階高 4.80 m

基礎：ベタ基礎

免震構法：免震装置は地下2階上部と地下1階床下の間に設置され、鉛プラグ入り積層ゴム支承及び直動転がり支承交差型を用いた中間階免震構造

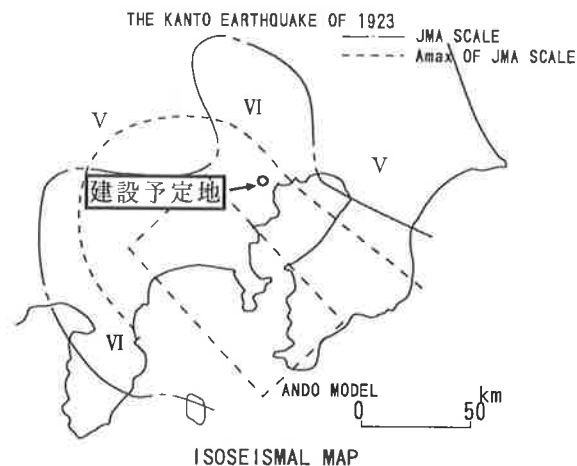


図-2 建物位置図

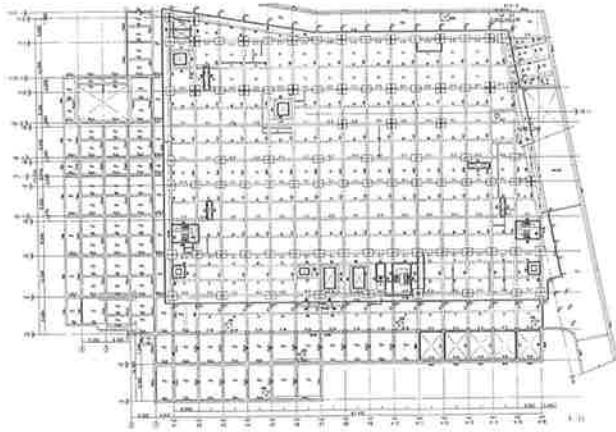


図-3 免震層床伏図

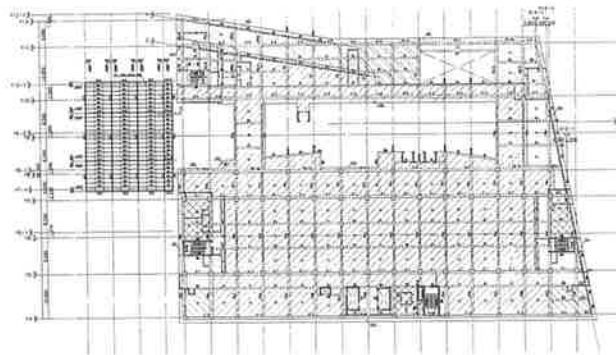


図-4 基準階（3階）床伏図

3. 構造計画

建物の平面形状はX方向90m、Y方向62mのほぼ長方形で、免震層上部はX方向スパン6mのRC純ラーメン構造である（図-3、図-4参照）。Y方向は最大スパン17mの大スパンであるため、プレストレストコンクリート梁を採用した純ラーメン構造とする（図-7参照）。Y方向は地上3階でセットバックしているため、免震層での建物重心と剛心の一致を計ると同時に免震層の長周期化を計るため、一部直動転がりローラー支承（摩擦係数 $\mu = 0.005$ ）を採用した（図-9参照）。下部構造は地下2層となるが、17mスパンの中間に柱を設け、地下壁と耐震壁により十分な耐力と剛性を確保することにより、振動解析上は剛体として扱う。敷地の地盤は、建築基準法・同施行令に規定される2種地盤であり、基礎形式はGL-22.1m、N値20~50程度の砂層を支持層とするベタ基礎とする。

なお、本工事は根切り量が多いため、中層建物ではあるが工期短縮の観点から、免震層下部において逆打工法を採用している（図-8参照）。

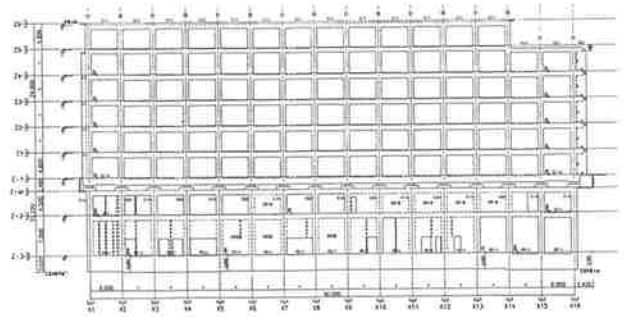


図-5 Y5通軸組図

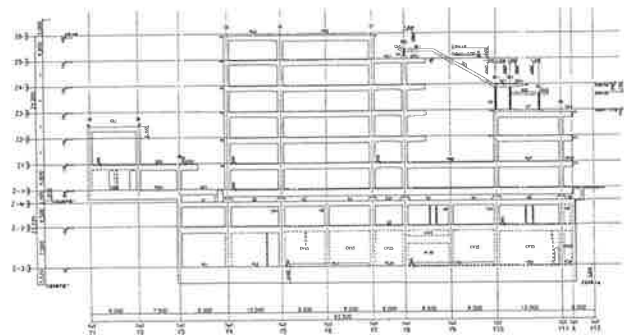


図-6 X5通軸組図

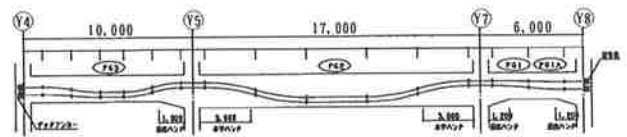


図-7 PC梁配線図

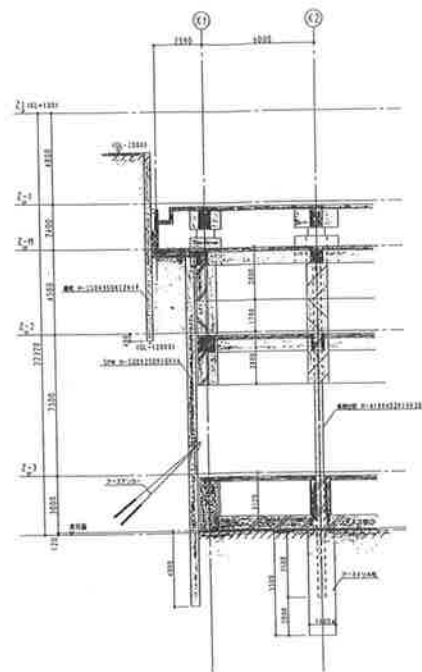


図-8 逆打工法図

4. 設計方針

4-1 免震層の設計方針

1) 免震方式

「鉛プラグ入り積層ゴム支承」と「直動転がりローラー支承」を使用した複合免震構法を採用する。

2) 固有周期の設定

免震層の復元力特性は歪み依存型バイリニアとする。鉛プラグが降伏するまでの弾性剛性を周期2秒程度とし、地盤の卓越周期0.24~0.26秒から十分離れたものとする。鉛プラグが降伏した後は免震周期で周期4.0秒程度を目標として十分な長周期化をはかる。

3) 免震支承の配置

荷重度の小さいY10、Y11通には1スパンおきに直動転がりローラー支承を配置し、免震層での重心と剛心を調整した後、鉛プラグ入り積層ゴム径において、微調整を図り、微小振幅時 ($\gamma = 10\%$) から余裕度検討時 ($\gamma = 300\%$) までのすべての偏心率を0.015以下とする。

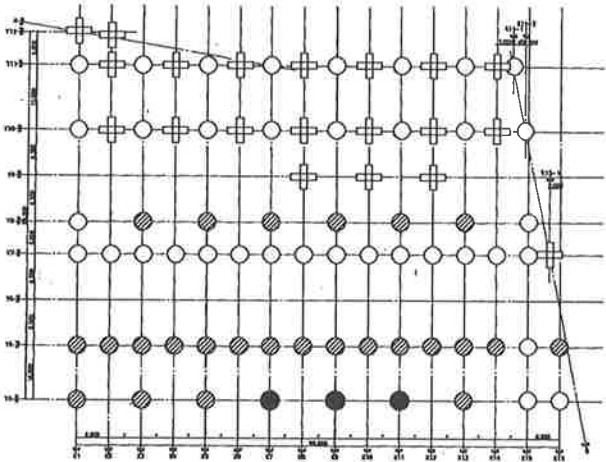


図-9 免震支承の配置図

	免震ゴム径・装置タイプ	個数
鉛入ゴム 支 承	○ : 900φ	36
	◐ : 1,000φ	25
	● : 1,100φ	3
ローラー 支 承	⊕ : C L B	20

4-2 建物及び免震装置の耐震性能目標

建物及び免震装置の耐震性能目標を表-1に、耐震性能グレードを表-2に示す。

表-1 耐震性能目標

		レベル1	レベル2	余裕度検討時
地震動のカテゴリ		C1	C2	C3
耐震性能目標	上部構造	A	B	B
	免震装置	A	B	C
	下部(基礎)構造	A	A	A

表-2 耐震性能グレード

グレード	A	B	C
上部・基礎構造	許容応力度以内	弾性耐力以内	終局耐力以内
免震装置	安定変形以内 ($\gamma = 150\%$)	性能保証変形以内 ($\gamma = 225\%$)	終局限界変形以内 ($\gamma = 300\%$)

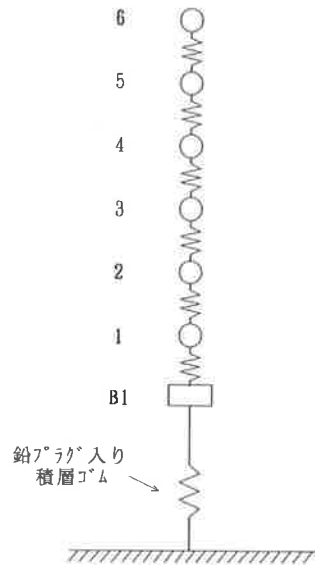
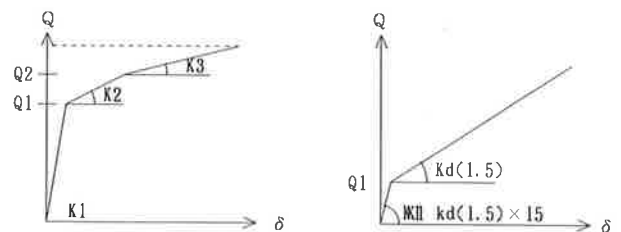


図-10 解析モデル図



[積上部構造]

[鉛プラグ入り積層ゴム]

図-11 免震支承及び上部構造の復元力特性

5. 地震応答解析

5-1 解析方針

1) 解析範囲

本解析の目的は、種々の水平地震動に対する計画建物の応答を検討することにある。免震層の復元力特性は、製品誤差、経年変化及び温度依存性による変動を考慮した場合についても検討する。表-3に免震層の特性値の変動幅を示す。

表-3 特性値の変動幅

免震装置	特性	[-]変動	[+]変動
鉛プラグ入り 積層ゴム	降伏後剛性 K_2	-13%	+26%
	降伏荷重 Q_y	-23%	+24%

2) 解析モデル

①モデル

上部構造の6層に免震層の1層を加えた7質点のモデルとし、地下2階上部位置固定とする。各節点の自由度は水平方向1自由度とし、各階のバネは等価せん断バネに置換する。(図-10参照)

②上部構造のバネ

復元力特性はDegrading Tri-Linear型とし、初期剛性 K_1 、第1折点耐力 Q_1 、第2折点 Q_2 、および第2、3分枝剛性 K_2 、 K_3 は荷重増分解析結果により設定する。(図-11参照)

③免震層のバネ

免震層の支承として、鉛プラグ入り積層ゴム支承と直動転がりローラー支承 (CLB) を使用している。鉛プラグ入り積層ゴム支承は、せん断ひずみ $\gamma = 150\%$ 時の特性の固定バイリニアとする。また、CLBの動摩擦係数は $\mu = 0.002 \sim 0.012$ であり、CLB直下の合計重量 58,917kNの摩擦力が118kNから707kNと非常に小さく、免震直上階の設計せん断力41,981kNに対して、0.3~1.7%程度しかないので、解析上は考慮しないものとする。

④減衰定数

上部構造は上部構造の1次モード振動数に対して $h = 3\%$ の瞬間剛性比例型とし、免震装置部分は履歴減衰以外の粘性減衰は考慮しない ($h = 0\%$) のものとする。

5-2 入力地震動

1) 地域特性を表す模擬地震波

本建物の建設地付近に影響を及ぼすであろう想定地震の活断層データを表-4に示す。

表-4 活断層データ

	神縄国府津 松田断層帯	南関東 地震	立川断層	安政江戸 地震
マグニチュードM	8.0	7.9	7.1	6.9
断層長さL(km)	95.0	93.0	21.0	34.0
断層中心距離△(km)	93.0	98.8	37.0	33.7
最大加速度Amax(cm/s)	97.4	70.3	138.8	91.6
最大速度Vmax(cm/s)	9.6	6.7	10.0	6.2
活断層確実度・活動度	I - A	-	I - B	-



2) 設計入力擬地震動

以上の結果より、本建物に最も影響を及ぼすと考えられる神縄-国府津-松田断層及び立川断層より「本敷地で将来発生する最大級の地震動」として、模擬地震動を作成した。また、作成した模擬地震動の持つエネルギーとほぼ等価になるように観測波3波についてはレベル1を30cm/sec、レベル2を60cm/secに増幅させて使用した。表-5に設計入力地震動の $M S_{AVD}$ を示す。

表-5 設計用入力地震動のMSAVD一覧表

レベル	レベル1の地震動			レベル2の地震動			余裕度検討レベル		
実効周期の範囲	2.50 ~ 2.68			2.78 ~ 3.80			3.69		
カテゴリー	C ₁			C ₂			C ₃		
地震動の修正係数 ・ハザード・スペクトル MSAVD	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)	Amax (cm/s ²)	Vmax (cm/s)	Dmax (cm)
EL CENTRO 1940 NS	328	28	9	654	55	18	-	-	-
TAFT 1952 EW	317	24	10	634	48	20	-	-	-
HACHINOHE 1968 NS	226	21	13	451	42	25	-	-	-
BCJ-L2 原波	-	-	-	410	47	31	-	-	-
模：安政江戸地震	212	21	16	-	-	-	-	-	-
模：神縄・国府津 松田断層帯	-	-	-	294	37	29	449	62	49
模：立川断層	-	-	-	376	35	28	-	-	-

表-6 建物の1次固有周期

		X方向	Y方向	ねじれ
微小振幅時固有周期	$\gamma = 10\%$	1.465	1.530	1.510
レベル1時固有周期	$\gamma = 100\%$	3.267	3.285	3.259
レベル2時固有周期	$\gamma = 200\%$	3.907	3.924	3.897
安全余裕度検討時固有周期	$\gamma = 300\%$	4.007	4.023	3.994

2) レベル2地震応答解析より得られたX、Y方向の最大応答層間変位及び最大応答加速度をそれぞれ図-12、図-13に示す。

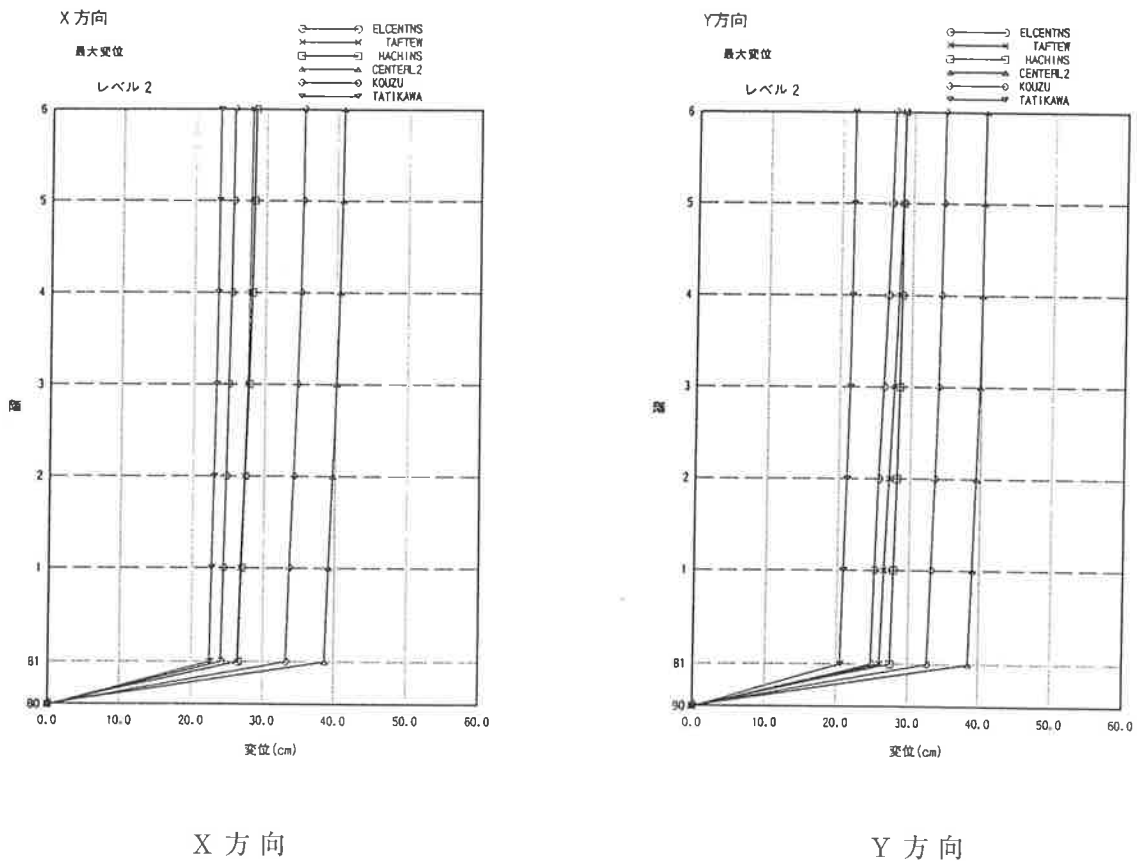


図-12 最大応答変位

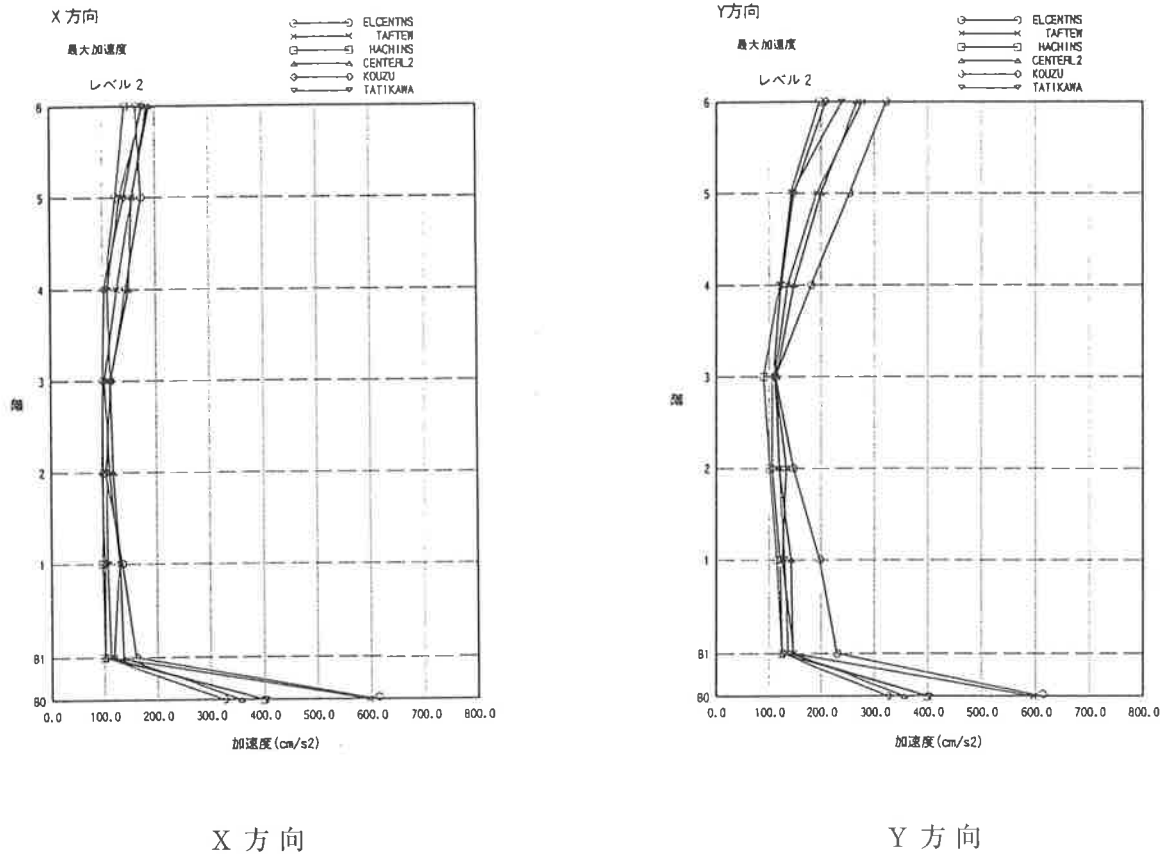


図-13 最大応答加速度

5-4 上下振動に対する長スパンばりの検討

本建物は、Y方向17mの長スパンにプレストレストコンクリートばりを採用しているが、レベル2時水平地震動と同時に、上下地震動により発生する応力に対しても安全であることを確認する。上下動として静的鉛直震度 $K_v=1.0$ を考慮し検討した結果、いずれの階もはりの片側にはヒンジが発生するが、反対側端部および中央部には十分な余力があり、はりの崩壊形である3ヒンジは発生しないことを確認した。

6. まとめ

本建物は、周辺のクリアランスを60cm確保している。

応答解析結果は、それぞれの地震動レベルに対し建物の耐震性能目標を満足しており、耐震上、十分安全な建物となっている。本建物においては免震効果により、レベル2時B1階の応答せん断力係数はX方向(0.104)、Y方向(0.112)となっており、6層のRC造純ラーメン構造でありながら、柱を間引いた大スパン構造を可能とさせている。