

(仮称) 西五軒町再開発計画 住居棟

織本匠構造設計研究所
中澤昭伸



同
三瓶文彦



1. はじめに

本建物は、新宿区西五軒町34-1外に建設されたものであり、地下鉄江戸川橋駅より南東約230m付近に位置し、北側を目白通り（主要地方道路：千代田・練馬・田無線）、高速5号池袋線に面している。

本計画は、東京都市街地住宅総合設計制度の適用により、周辺の公開空地を中心に質の高い良好な環境整備を目指している。建物を高層・集約化し、地区の憩いの場や災害時の避難場所となる広場の確保や、道路に広がりを与え見通しを良くし、歩行者の便に供するための道路沿いの空き地を重視した土地利用としている。

建物は、地下2階は機械式駐車場、地下1階は店舗と駐車場、1階はエントランスホールと店舗、2～24階は共同住宅となっている。

また、本敷地内には、免震建物である業務棟(住友建設株式会社による構造設計)が先立って計画、建設されており、道路より離れた位置に本建物がある。

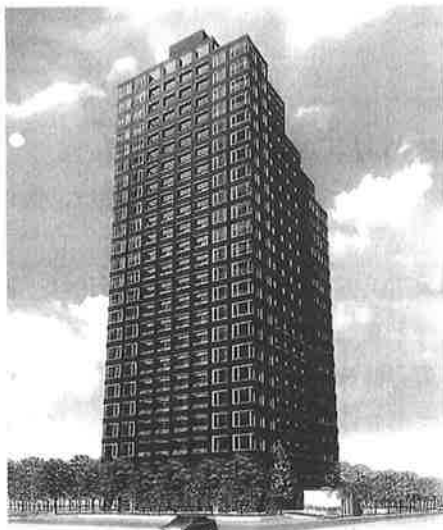


図-1 建物外観パース

2. 建物概要

建設地：東京都新宿区西五軒町34-1外

建築主：住友不動産株式会社

設計監理：有限会社 芦原太郎建築事務所

住友建設株式会社一級建築士事務所

構造設計：株式会社 織本匠構造設計研究所

主用途：共同住宅

建築面積：1,066.88 m²

延床面積：22,365.89 m²

階数：地下2階、地上24階、塔屋1階

軒高：75.30 m

最高高さ：80.95 m

基準階：階高3.1 m

基礎：直接基礎（ベタ基礎）

免震構法：免震装置は、地上1階床下と地下1階上部の間に設置し、鉛プラグ入り積層ゴム支承・直動転がりローラー支承・STM式増幅機構付き減衰装置（略称：減衰こま）を用いたハイブリッド免震装置を採用。

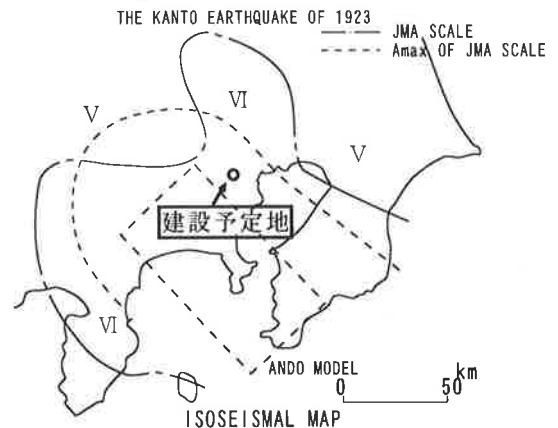


図-2 建物位置図

3. 構造計画

建物の平面形状はX方向（東西方向）が6.4mと8.1mの4スパンで29.0m、Y方向（南北方向）が7.0mの5スパンで35.0mの長方形、平面から北西の角をL形に欠いた、やや不整形な形状（図-3参照）となっている。

建物の立面形状は、19階から北東より南西方向に向かって階段状にセットバックしている不整形な立面（図-4参照）となっている。

建物の高さは1階が4.0m、一般階が3.1mの地上24階の軒高75.3m、最高高さ80.95mである。

地上階の架構形式は外周にX方向3.65m、Y方向3.50m間隔で柱を設けた外周チューブ構造とし、建物全体の剛性を高める事によって、居室部分の大梁の無い空間を提供する事によって、内部間仕切りを自由に出来るようにした。また、1階部分の外周に、V字形、W型の斜柱を設け、免震装置に上部長期軸力を集約させることによって、地震時の免震装置に作用する引張力を極力小さくすると共に、免震装置の設置数を少なくし、長周期化を計る。

地下階の架構型式は、無梁版構造とし、地下階の階高を極力小さくし、根切り底を浅くすると共に設備ダクト、配管類のルートを確認した。

構造種別は、地下階が現場コンクリート打設による鉄筋コンクリート造、地上階が外周柱をPca造、内柱を現場コンクリート打設による鉄筋コンクリート造、大ばりはハーフPca造、床版穴あきプレストレス合成床を用いたハーフPca造合成床とし工期の短縮、省力化を図った。

免震装置は、建物外周に鉛プラグ入り積層ゴム、建物内部に直動転がりローラー支承を配置し、上部構造のセットバックの影響によるねじれに対し、免震装置の剛性調整をし、ほとんどねじれの影響のないようにした。また、外周に減衰こま（速度依存による減衰装置）を配置し、大地震時の免震層の水平変位の抑制と強風時の外乱による揺れの不快感を極力無くすようにした。

基礎型式は、GL-14.2mに位置するN値50以上の砂質土層（工学的基盤）を支持層とする直接基礎（ベタ基礎）とする。

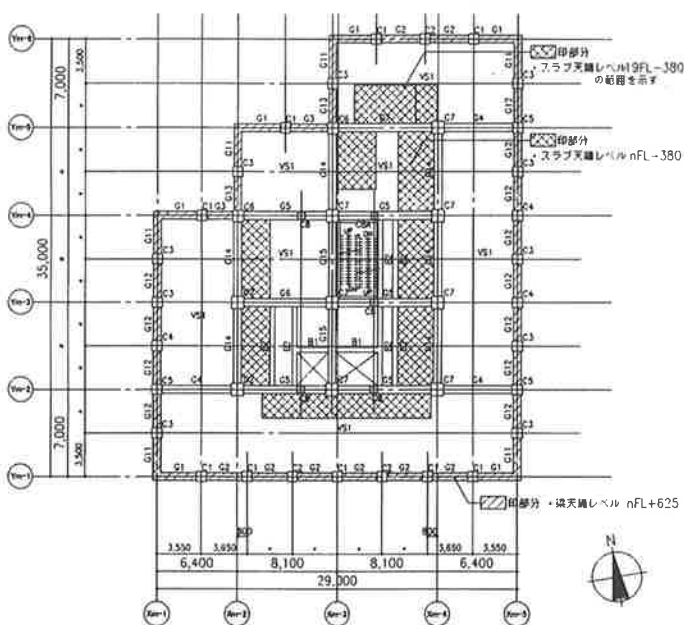


図-3 平面図

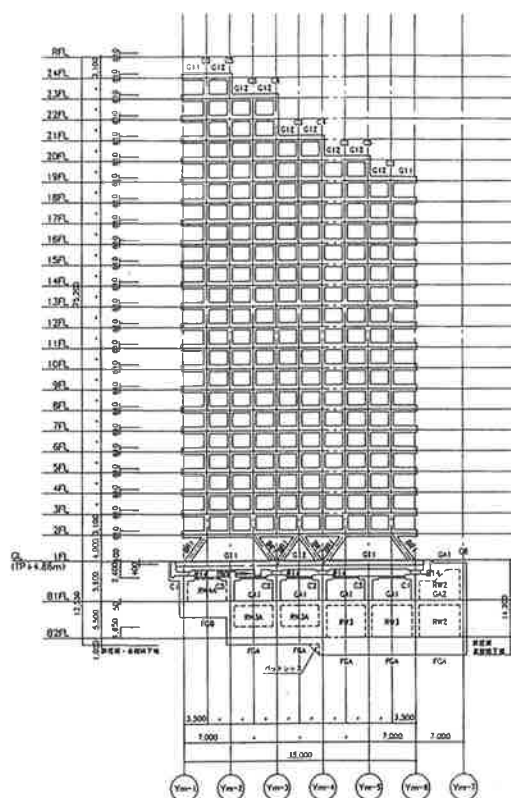


図-4 立面図

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」及び「STM式増幅機構付き減衰装置（減衰こま）」を使用したハイブリッド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速度依存型の5次の折点を持つ多点型モデルとする。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0.25秒から十分離れたものとする。鉛プラグの降伏後は、免震周期で周期5秒程度（200%歪時）を目標とし、十分な長周期化を図る。

3) 免震装置の配置

鉛プラグ入り積層ゴムを建物外周に、直動転がりローラー支承を建物内部に配置し、免震層のねじれ剛性を損なうことなく、長周期化を図る。また、上部構造のセットバックの影響を免震層で解消するよう剛性調整を行い、微小振幅時（ $\gamma = 10\%$ ）から安全余裕度検討時（ $\gamma = 250\%$ ）までの全ての偏心率を0.00~0.001とした。

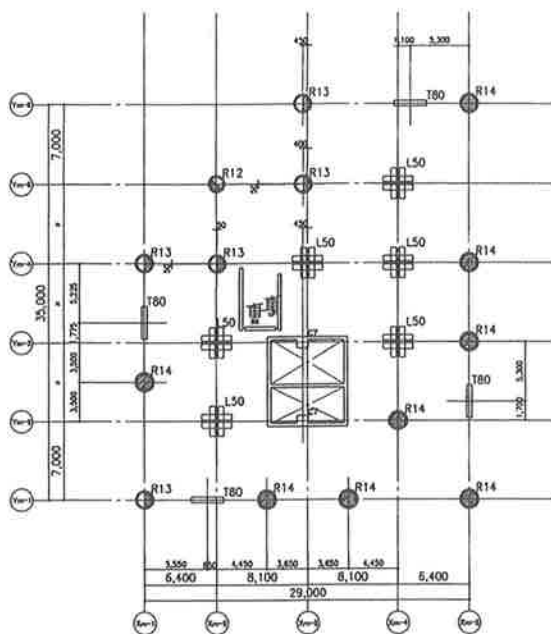


図-5 免震支承の配置図

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	A	A
	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・下部構造	許容応力度以内	弾性限耐力以内	終局耐力以内
免震装置	安定変形以内 ($\gamma = 150\%$ 以内)	性能保証変形以内 ($\gamma = 225\%$ 以内)	終局限界変形以内 ($\gamma = 300\%$ 以内)

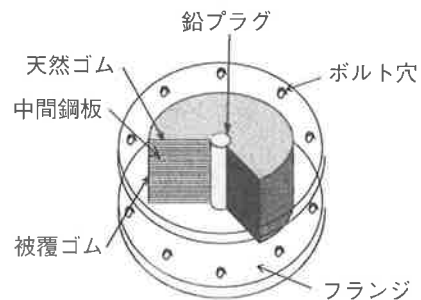


図-6 鉛プラグ入り積層ゴム支承

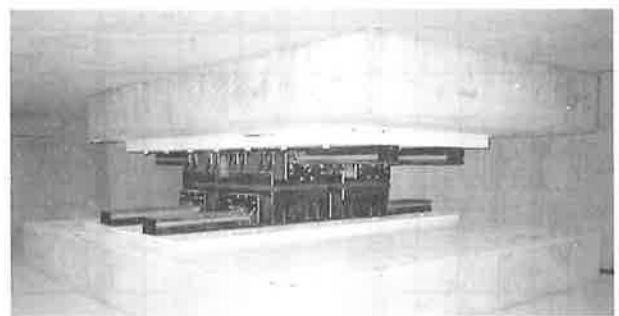


図-7 直動転がりローラー支承



図-8 減衰こま

5. 地震応答解析

5-1 解析モデル

本建物の解析モデルは、上部構造の24層に免震層の1層を加えた25質点モデルとし、地下階を剛体と考え、免震層直下を固定する。

1) 上部構造のモデル

1～24階の復元力特性は修正武田モデルとし、その折点は弾塑性荷重増分解析結果より設定する。

2) 免震層のモデル

鉛プラグ入り積層ゴム支承は、歪み依存型トリリニアモデルの復元力特性とした。直動転がりローラー支承の摩擦力は非常に小さく無視する。

減衰こまは速度依存型の5折点による多点型モデルとし、以上の2種類の復元力特性を並列としたモデルとする。

3) 減衰定数

上部構造は、内部粘性減衰とする。1次振動数に対して $h = 3\%$ の瞬間剛性比例型とする。

免震層は、内部粘性減衰を考慮しない。鉛プラグ入り積層ゴム支承の履歴減衰と減衰こまの粘性減衰のみとする。

5-2 入力地震動

同一敷地内に計画された免震建物である業務棟（住友建設株式会社による構造設計）が本建物より先立って、日本建築センターの免震委員会にて審査された。本建物は超高層委員会に提出となったが、使用地震波はレベル1、レベル2共業務棟と同じものを使用した。

したがって、設計用入力地震動については、後に示す（仮称）西五軒町再開発計画業務棟を参照して頂きたい。

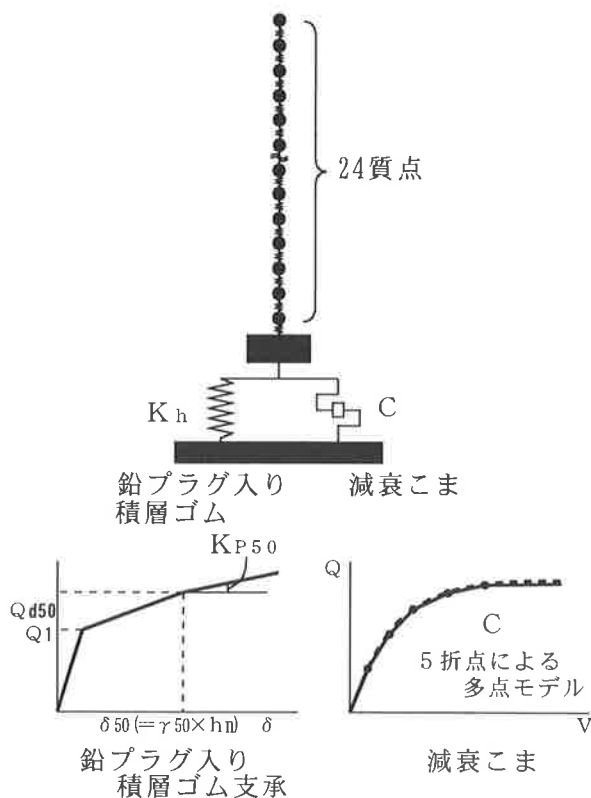


図-9 解析モデル及び復元力特性

5-3 応答解析結果

1) 固有値解析結果より得られた、基礎固定時の建物の1次固有周期及び免震層のそれぞれの変形時の建物全体の1次固有周期を表-3に示す。

2) レベル2地震応答解析（標準状態）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-10、図-11に示す。

表-3 建物の1次固有周期

	X方向	Y方向	45°方向	135°方向
基礎固定時 ($\gamma = 0\%$)	1.575	1.530	1.506	1.604
微小振動時 ($\gamma = 1\%$)	1.865	1.823	1.811	1.887
レベル1時 ($\gamma = 50\%$)	3.965	3.952	3.946	3.973
レベル2時 ($\gamma = 200\%$)	5.091	5.030	5.077	5.097
安全余裕度検討時 ($\gamma = 250\%$)	5.211	5.201	5.198	5.217

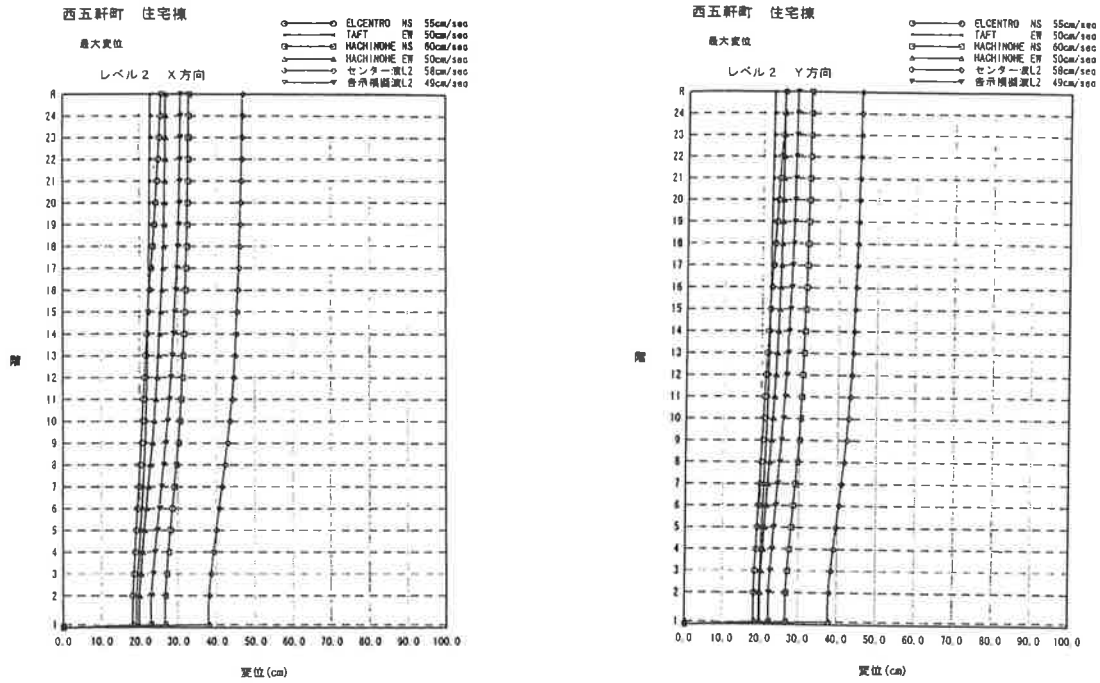


図-10 最大応答変位

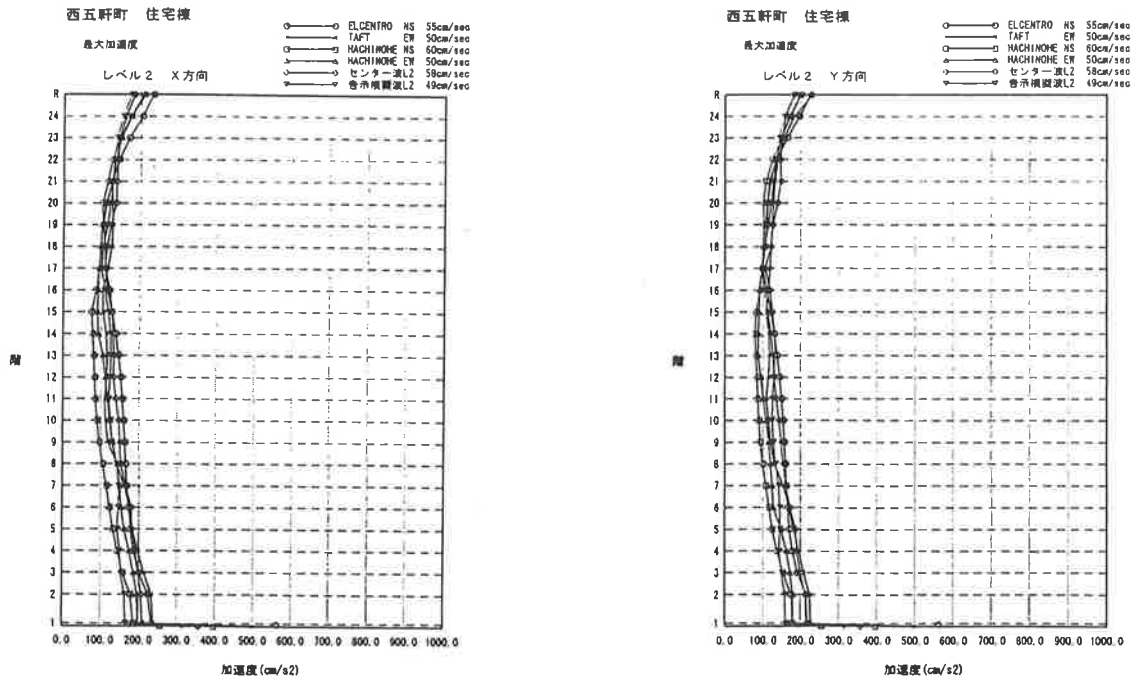


図-11 最大応答加速度

5-4 免震装置の引抜に関する検討

レベル2地震動時及び安全余裕度検討時について、水平動によって生じる上部構造のOTM（転倒モーメント）による軸変動と上下動による軸変動を個々に算出（レベル2地震動時：0.3G、安全余裕度検討時：0.4G）し、単純に重ね合わせて検討した。

OTMによる軸変動は、設計用地震力と最大応答層せん断力が上下方向に類似である事から、各方向の動的解析結果と設計応力時のOTMの比率により求め、その比率を設計応力時の軸力に乗じて求めた。表-4に各免震支承のうち、最大面圧、最小面圧の変動結果を示す。

表一 4 免震支承の最大面圧と最小面圧

レベル	地震波	方向	最大面圧		最小面圧	
			位置	面圧 (N/mm ²)	位置	面圧 (N/mm ²)
レベル 2	告示 模擬波	X	X5,Y1	19.4	X1,Y4	0.3
		Y	X5,Y1	18.8	X5,Y6	0.6
		45°	X1,Y1	20.5	X5,Y6	-0.4
		135°	X5,Y1	21.4	X1,Y4	-0.9
余裕度検討	告示 模擬波	X	X5,Y1	20.9	X1,Y4	-1.0
		Y	X5,Y1	20.3	X5,Y6	-0.9
		45°	X1,Y1	22.4	X5,Y6	-2.0
		135°	X5,Y1	23.1	X1,Y4	-2.0

表一 6 風荷重 ゴム層厚：240mm

項目	X方向	Y方向
建物重量(w:kN)	279,843.4	
免震層の降伏耐力(Q _y :kN)	6,784.0	
稀に発生する風荷重 (₁ W _w :kN)	5,319.6	4,645.1
極めて稀に発生する風荷重 (₂ W _w :kN)	7,660.3	6,689.0
₁ W _w /Q _y	0.78	0.68
₂ W _w /Q _y	1.13	0.99
δ _y (cm)	2.82	2.82
₁ δ _w (cm)	1.18	0.52
₂ δ _w (cm)	5.28	2.71

また、時刻歴応答解析により、レベル 2 時の水平動、上下動 (EL CENTRO 1940 NS,UDをレベル 2 相当に増幅して使用) による同時入力完全立体応答解析を行い、免震支承の引抜きに対する安全性を検討した。

時刻歴応答解析結果比較を表一 5 に示す。

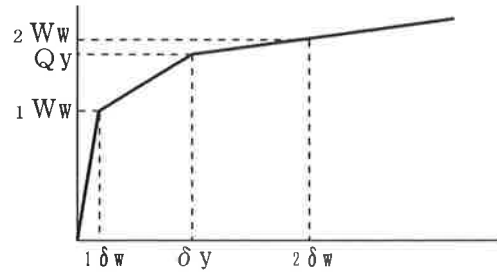
表一 5 時刻歴応答解析結果
(水平動、上下動同時入力)

レベル	地震波	方向	最大面圧		最小面圧	
			位置	面圧 (N/mm ²)	位置	面圧 (N/mm ²)
レベル 2	EL CENTRO 1940 (NS,UD)	X	X5,Y1	18.1	X1,Y4	1.2
		Y	X5,Y1	17.9	X5,Y6	1.7
		45°	X1,Y1	19.6	X5,Y6	0.6
		135°	X5,Y1	20.3	X1,Y4	0.2

以上より、時刻歴応答解析結果においては、免震支承には引抜き力は生じない。

5-5 風荷重に対する検討

建築基準法施行令第87条及び建設省 (現国土交通省) 告示1454号に準拠した。稀に発生する風荷重及び極めて稀に発生する風荷重に対する免震層の検討結果を表一 6 に示す。(減衰こまのダンピング効果及び転がりローラー支承の静止摩擦を無視)



図一 12 免震層の復元力特性

6. まとめ

本建物は、セットバックした超高層マンションであり、従来の耐震建物とするとねじれの影響により、柱・梁部材が大きくなり、かなり不経済な建物となる。免震構法を採用することにより、免震層でねじれの影響をほとんど無くし、且つ、外周チューブ構造とすることによって上部建物の水平剛性を大きくし、建物の内部の居室部分の大梁を無くす事ができた。また、1階にてVブレース、Wブレースを採用することによって免震装置の個数を減らし、免震層の長周期化及び免震装置の引抜きの問題を極力無くす事ができた。

また、超高層マンションと言う事もあって、風揺れによる不快感を軽減し、且つ、大地震時の免震層の水平変位を小さくするため、粘性系ダンパーである減衰こまを採用した。免震装置としての粘性系ダンパーによる強風時の外乱に対する効果に関する動的な研究を期待する。