

バンダイ本社ビル

大成建設
井上哲士朗



同
篠崎洋三



同
藤山淳司



同
佐伯正尚



1. はじめに

本建物は、株式会社バンダイが現本社ビル近くに所有する複数の建物跡地に新たに本社ビルを建設し、分散する本社機能を移転・集約する目的で計画された。

計画に際し、フレキシビリティのある開放的なオフィス空間の構築と優れた耐震安全性を有する資産価値の高いオフィスビルという建築主の要望に対して、スパン15m、2.7m以上の天井高さを効率良く確保し、かつ大地震以後にも本社ビルとしての機能維持を満足できる構造として免震構造を採用することとした。

以下では、免震計画を中心に本建物の構造計画のポイントについて紹介する。

2. 建物概要

計画地は、おもちゃ問屋街として歴史ある蔵前・駒形地区にあり、現本社ビルと国道6号をはさんだ向かいに位置する。建物規模は、地下1階地上14階、高さ64mであり、地下1階を駐車場、1・2階を商品展示や各種イベントができるミュージアム、3階から14階を事務用途として計画された。また、本建物は業務・商業育成型総合設計を活用し、建物の北面および北西部の隅角部に公開空地を設けることで、容積緩和と南側隣地・西側道路の斜線制限緩和を受けている。

建物概要	
建物名称	バンダイ本社ビル
建設地	東京都台東区駒形1丁目
建築主	株式会社バンダイ
設計	大成建設株式会社
施工	大成建設株式会社
建物用途	事務所・ミュージアム
延床面積	13,419 m ²
建築面積	959 m ²
上部構造	鉄骨造、柱 CFT 造
地下構造	鉄筋コンクリート造
基礎	場所打ちコンクリート杭

図1に外観パースを示す。



図-1 外観パース

3. 構造計画概要

図2に基準階伏図を、図3に軸組図を示す。地上部の平面形状は、北面の通り軸がやや蛇行しているものの約22m×38mの比較的整形な形状であり、短辺方向が6.2m+12.8~15mの2スパン、長辺方向が7.2m+6.4m×5の6スパンで、1フロア約800m²の片側コアである。階高は、1, 2階ミュージアム部が4.5m、基準階が4.0~4.7mで一部5.6mとなっている。

基礎構造は、GL-40m以深の東京礫層を支持層と

する杭基礎とした。杭工法は場所打ちコンクリート杭を採用した。

地下構造は鉄筋コンクリート造とし、地下1階柱頭部に免震装置を設置する計画とした。免震層を設けず駐車場上部のスペースを有効利用することで、免震ピットを設けるタイプに比べて基礎底レベルを浅くして掘削量や躯体数量を低減し、免震構造を採用することによるイニシャルコスト増の低減を図った。なお、免震支承は駐車場など地下室と同一区画内に設置することになるため、耐火被覆によって耐火性能を確保することとした。

上部構造は鉄骨造の純ラーメン構造とした。柱にはCFT構造を採用し、充填コンクリートは60N/mm²の高強度コンクリートとした。オフィス空間に配置されるCFT柱は無耐火被覆とすることで極力柱の仕上がりの径を細く見せる計画とした。本計画では、耐火性能検証によって建物全体の保有耐火性能を確認している。また、1階床梁はSRC造とすることで合理的にロングスパン梁の曲げ剛性を高め、大変形時に免震支承に過大な回転変形を生じないようにした。

本計画における目標耐震性能を表1に示す。

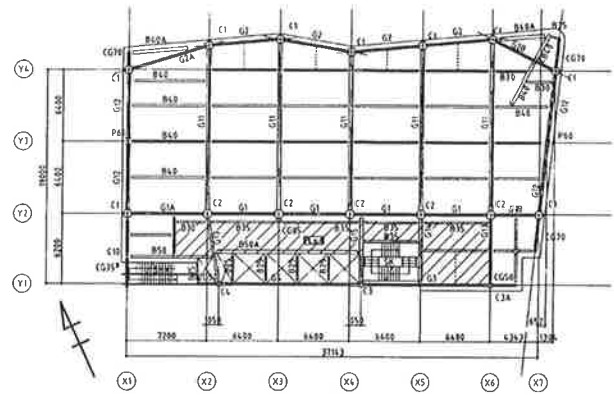


図-2 基準階伏図

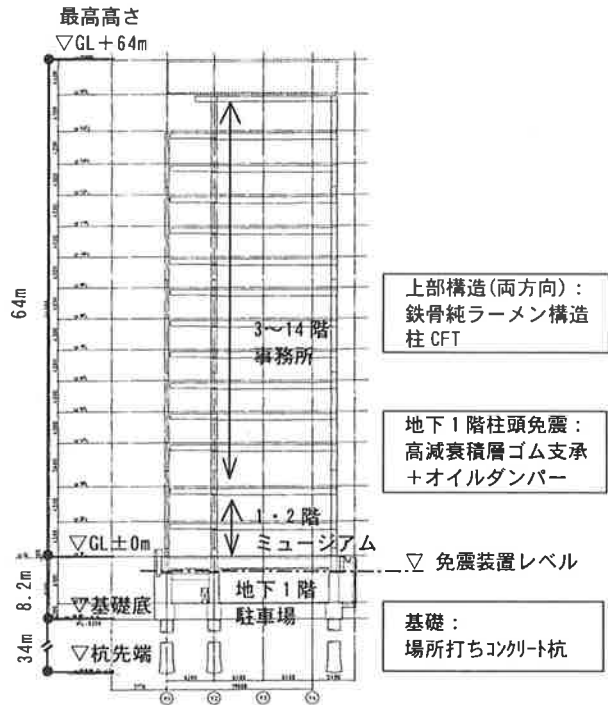


図-3 軸組図 (短辺方向)

表-1 目標耐震性能

		稀に発生する地震動 レベル1	極めて稀に発生する地震動 レベル2
設計用 入力地震動	告示波	告示波1 (ランダム位相)	告示波1 (ランダム位相)
		告示波2 (ランダム位相)	告示波2 (ランダム位相)
		告示波3 (実位相: 八戸 NS)	告示波3 (実位相: 八戸 NS)
	サイト波	—	南関東地震を想定した模擬地震動
観測波	EL CENTRO NS 25cm/sec	EL CENTRO NS 50cm/sec	
	TAFT EW 25cm/sec	TAFT EW 50cm/sec	
	HACHINOHE NS 25cm/sec	HACHINOHE NS 50cm/sec	
上部構造	応力	短期許容応力度 以内	弾性限耐力 以内
	変形	層間変形角 1/200 以下	層間変形角 1/150 以下
免震装置	応力	短期許容面圧 以内、引張限界強度 (1.0N/mm ²) 以内	
	変形	せん断歪 270% (変形 43cm) 以下 (擁壁とのクリアランスは 50cm 以上)	
下部構造・基礎		短期許容応力度 以内	短期許容応力度 以内
杭支持力		短期許容支持力 以内	短期許容支持力 以内

弾性限耐力: ある部材に最初にヒンジが発生する時点
短期許容面圧: 圧縮限界強度×0.9×(2/3)

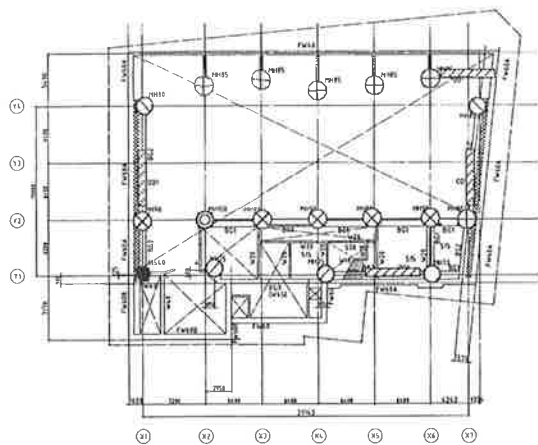
4. 免震計画

4.1 免震システムの選定

免震システムの選定にあたって以下の項目がポイントとなった。

- ・地下1階駐車場の柱頭免震としており、スペースの有効利用に適した免震システムとする。
- ・計画地が比較的軟弱地盤であり、免震効果を発揮するために免震周期を極力長くする必要がある。
- ・同様に、上部構造の固有周期が2.5秒程度と長いため免震周期を極力長くする必要がある。

まず、装置の設置スペースが限定されるため、減衰機構を併せもつ積層ゴム支承として高減衰ゴム支承、LRB、および弾性すべり支承と天然ゴム系積層ゴム支承の複合タイプの3案について比較検討を行った。また、免震層の変形を極力抑えるためにオイルダンパーを併用する案についても併せて検討した。予備応答解析の結果、上部構造の応答せん断力の低減効果が最も大きい高減衰ゴム支承にオイルダンパーを併用する案を採用した。図4に、免震装置の配置を示す。オイルダンパーは、駐車場の計画にあたって支障が無い位置で、かつねじれ振動に対して有効となるように、両方向に2台ずつ、計4台配置することとした。なお、一部軸力が小さい柱位置については、摩擦抵抗の小さいすべり支承($\mu=0.02$)を用いている。

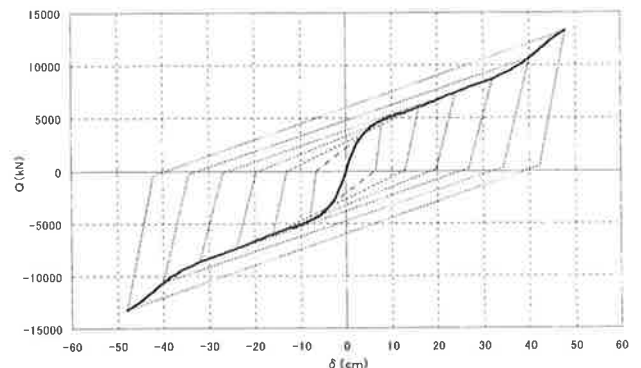


高減衰 積層ゴム支承 $G^*=0.63\text{N/mm}^2$	○	φ700	1台
	⊙	φ750	2台
	⊖	φ800	2台
	⊕	φ850	6台
	⊗	φ900	5台
	◎	φ1000	1台
弾性すべり支承	●	φ400	1台
オイルダンパー	▨	最大減衰力 1000kN	4台

※等価せん断弾性係数

図一4 免震装置配置図

図5に免震層の復元力特性およびモデル化について示す。高減衰ゴム支承の復元力特性は弾塑性的な特性を持っており、本計画ではいわゆる降伏以降の接線剛性で5秒程度の免震周期とした。図中太線が復元力特性を、細線が各歪レベルでの履歴特性を示しており、各せん断歪に応じて等価剛性 K_{eq} 、等価減衰定数 H_{eq} 、降伏荷重係数 U で評価される。なお、弾性すべり支承の負担分は30kN程度であり、全体に与える影響は極めて小さい。



図一5 免震層の復元力特性およびモデル化

4.2 設計用入力地震動

設計用入力地震動の諸元を表2に、応答スペクトルを図6に示す。サイト波については、計画地周辺における歴史地震および活断層分布についての文献調査および距離減衰式による比較検討の結果、本建設地点への影響が最も大きいと考えられる南関東地震を対象として模擬地震動を作成した。

表一2 入力地震動諸元

	レベル1		レベル2	
	Amax(gal)	Vmax(kine)	Amax(gal)	Vmax(kine)
告示波1	97.9	11.6	318.4	50.8
告示波2	69.5	14.0	286.4	76.1
告示波3	82.9	16.8	341.9	73.0
サイト波	-	-	277.0	49.8
EL CENTRO NS	255.4	25.0	510.8	50.0
TAFT EW	248.3	25.0	496.6	50.0
HACHINOHE NS	165.1	25.0	330.1	50.0

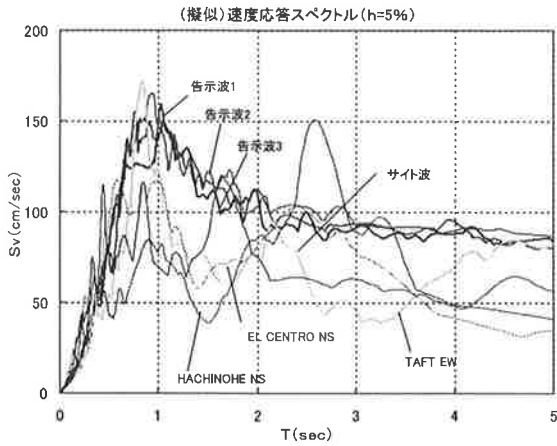


図-6 レベル2入力地震動の応答スペクトル

4.3 応答解析結果

図7にレベル2入力地震動に対する応答解析結果(短辺方向)を示す。免震層の最大応答変位は31.3cm(最大せん断歪190%)となっている。図8に免震支承(φ850、φ900)の長期および地震時の面圧と歪関係を許容面圧と併せて示す。地震時の応答面圧は

免震装置のばらつきを考慮した場合についても示している。変形クライテリアについては、免震支承がハードニングに至らず安定した挙動を示す範囲をせん断歪270%以下と考え、43cm以下を目標変形としている。ばらつきを考慮した場合にもせん断歪が240%程度で目標値以下であること、また、許容面圧に対しても十分に余裕があることが確認した。また、ねじれ振動が応答に与える影響についても極めて小さいことを確認している。

上部構造の最大層間変形角は1/173、1階の最大応答せん断力係数は0.09となっており、それぞれクライテリアを満足していることを確認した。

また、本建物は鉄骨造の超高層免震建物であることから、通常の建物に比べ地震荷重に対する風荷重の比率が比較的大きい。本計画では、レベル2として再現期待値500年(基準風速42.5m/sec)を想定した模擬風力を作成し時刻歴による風応答解析を行い、風応答性状についても確認している。

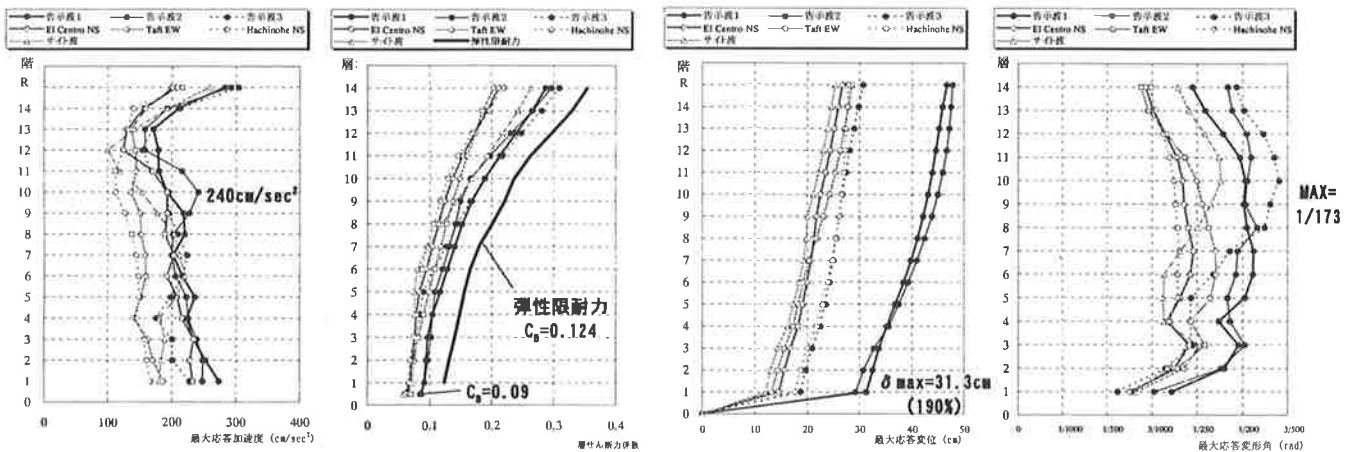


図-7 レベル2応答解析結果(短辺方向)

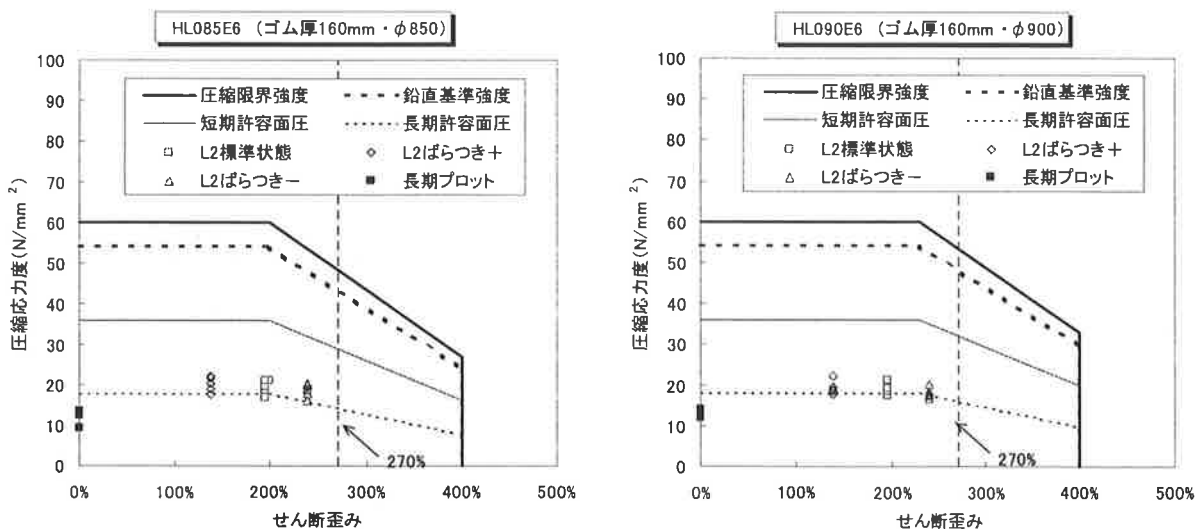
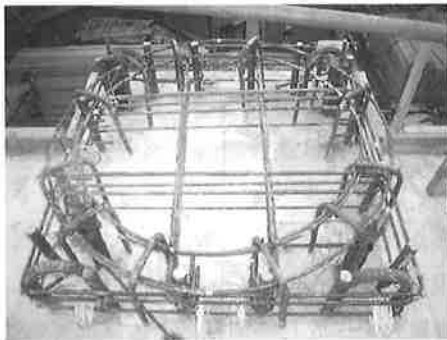


図-8 免震支承せん断歪一面圧関係

4.4 施工状況

写真1に免震支承の設置施工状況を示す。柱のコンクリートは、免震支承下部プレートから300mmまででいったん打ち止め、下部プレートを設置した後、残りの範囲を充填する方法とした。充填コンクリートはスランプフロー値 50 ± 7.5 の高流動コンクリートとし、プレート中央の開口部から外周部へ押し出しながら充填する方法とした。充填性については、同一調合のコンクリートを用いた施工実験によって確認している。



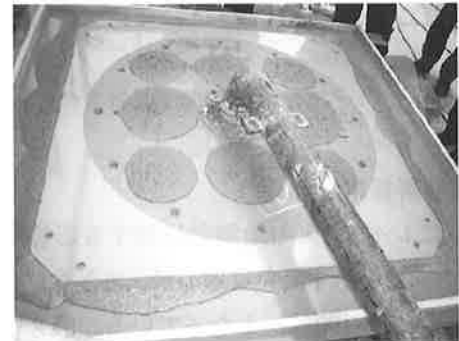
(1) 下部ベースプレート設置前



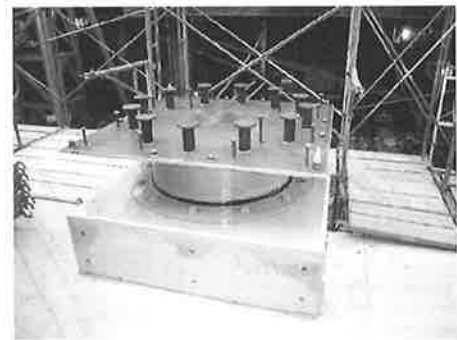
(2) コンクリート充填状況①



(3) コンクリート充填状況②



(4) コンクリート充填確認



(5) 免震支承・上部ベースプレート設置

写真一1 免震支承設置状況

5. おわりに

比較的軟弱な地盤条件である地上64mの超高層ビル計画において、免震構造を採用することによって高い耐震性能を有する本社ビルの実現が可能となった。大地震時に機能を損なうことなく企業活動を継続できることはもちろんのこと、地域の防災拠点のひとつとして機能することが望まれる。

本建物は躯体工事を終了し、2004年4月のオープンに向けて工事の最終段階に入っている。



写真一2 建物全景 (2003年12月現在)