

第一三共銀座ビル



辰己 佳裕
清水建設



岡本 高晴
同

1 はじめに

本建物の敷地は、銀座中央通りとマロニエ通りの交差点に位置しており、周辺には百貨店、物販店舗、飲食店舗、事務所などが立地している。既存建物は昭和26年建設、昭和40年増築のSRC造、地下2階地上8階建て、今回計画はその建替(用途は物販店舗・事務所)である。建設するにあたり、発注者はテナントの大地震時の安全性確保と機能維持を図りたいという強い要望により、免震構造の採用を決めた。

設計にあたり、都心における免震建物として克服すべき課題がいくつかあった。

- ① 狭小で地価が高い敷地における、建屋有効面積を確保するため免震クリアランスの低減
- ② アスペクト比が大きい建屋の浮き上がり防止
- ③ 既存地下躯体の有効利用



図1 外観パース

本稿では、都市型免震建物への取り組みとして、これらの課題を克服しながら免震建物の性能を確保した構造設計の概要について紹介する。

2 建物概要

建物は鉄骨造で地下1階、地上11階、塔屋1階である。地下1階柱頭部と1階床梁下との間に免震装置を設置した中間階免震構造としている。平面はL字形で、19.2m×20.2mの矩形と8.0m×17.5mの矩形が連なる形状となっている(図2、3参照)。南側のL字の先端部分ではアスペクト比が7.5と大きい(一般部のアスペクト比は約3)。階高は基準階で5.0mとなっており、軒高は55.95m、最高部高さは64.45mである(図4参照)。

建設地：東京都中央区銀座2-7-12

建築主：第一三共株式会社

設計者：清水建設株式会社一級建築士事務所

施工者：清水建設株式会社

主要用途：物販店舗、事務所、飲食店舗

建築面積：562.49m²

延床面積：5,633.92m²

階数：地下1階、地上11階、塔屋1階

軒高：設計GL+55.95m

最高高さ：設計GL+64.45m

構造種別：鉄骨造(柱CFT造)

基礎形式：杭基礎

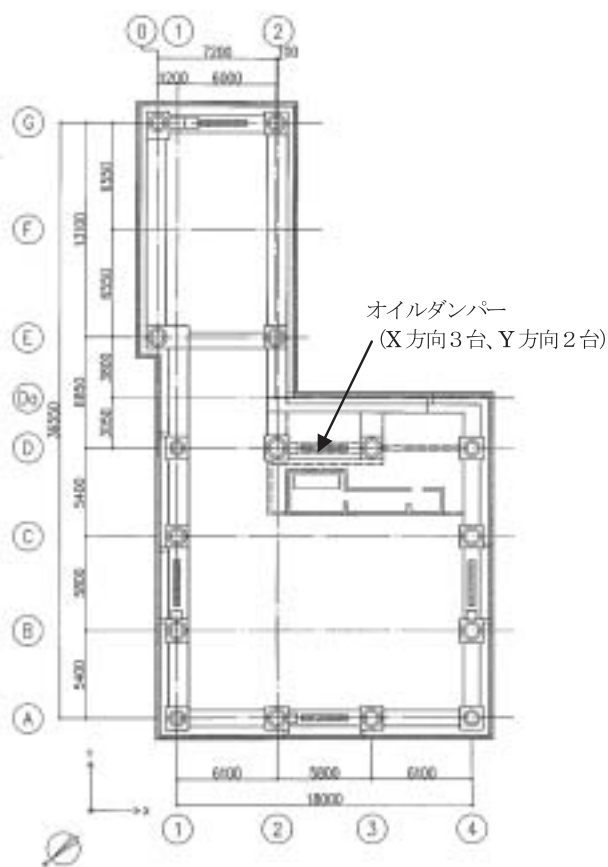


図2 免震装置レベル伏図

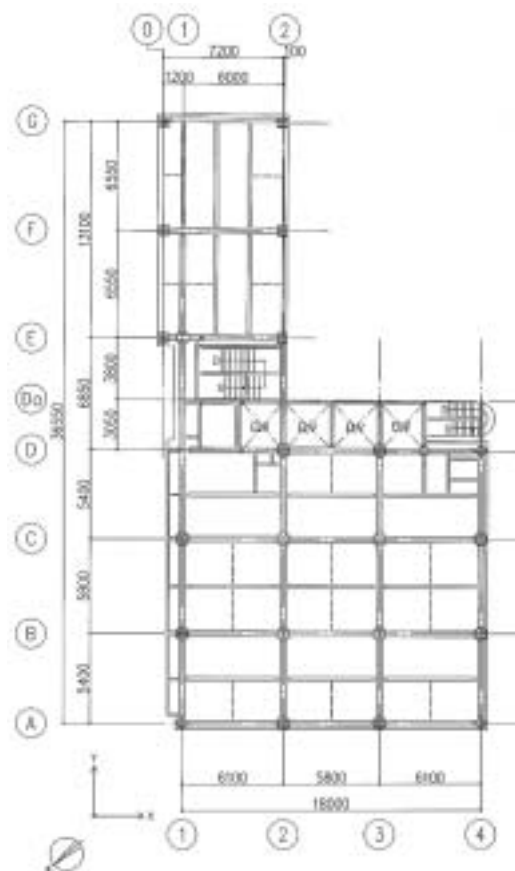


図3 基準階伏図

3 構造計画概要

主体構造は、柱は円形鋼管・角形鋼管を用いたCFT造、梁はS造とし、免震層より下部についてはRC造として計画した。

架構形式は、上部架構はX方向・Y方向とも純ラーメン構造とし、地下1階は両方向とも耐震壁付ラーメン構造とした。床構造は合成デッキプレートスラブ及びデッキプレート捨型枠鉄筋コンクリートスラブとした。外壁はガラスカーテンウォールおよび押出成型セメント板を使用している。平面形状がL字形をしており、大小2つの矩形ブロックの接続部分に階段室が存在するため、それぞれのブロックの水平剛性を調整し建物全体のねじれを少なくするとともに、階段室前の床は鉄板で補強し面内せん断力を確保している。

基礎形式は、場所打ちコンクリート杭（アースドリル拡底工法、杭先端：GL-30.0m）とし、支持層は粘土混り微細砂層及び硬質砂質粘土層（N値60以上）としている。

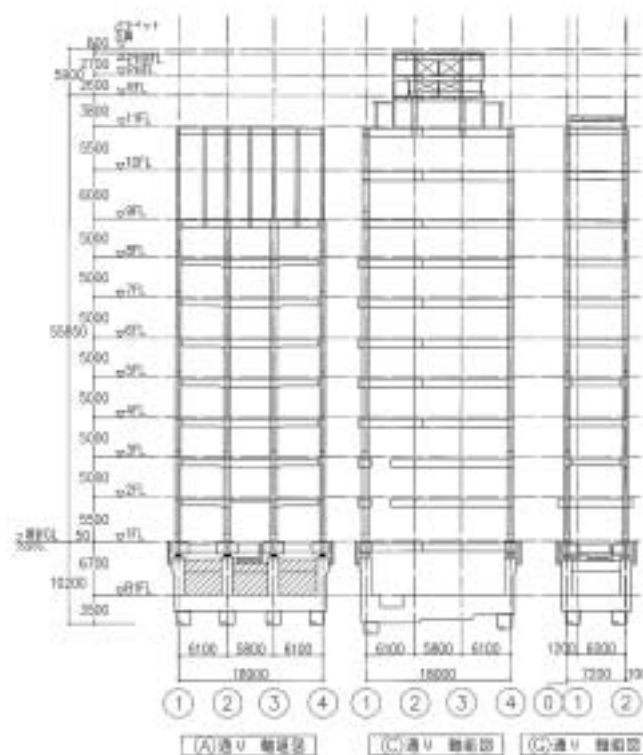


図4 軸組図

4 都市型免震建物としての課題と対策

①免震クリアランスの低減

銀座地区では隣地境界ぎりぎりに建物が建てられており、地震時に隣接建物が越境してくる可能性もある。これらも考慮に入れ、新築する免震建物と隣地境界線の間には大きなクリアランスが必要になる。その結果、建屋有効面積は小さくなってしまう。これを解消するため、免震装置の地震時水平変形を一般の免震建物よりも小さくする必要がある。今回は免震層にオイルダンパーを有効配置して大地震時の建物最大変位を小さくし、免震クリアランスを35cmとする目標で計画した。

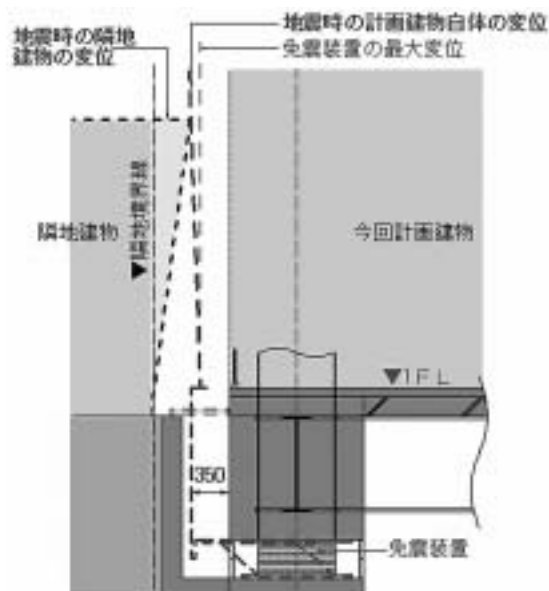


図5 免震クリアランスの設定

②地震時の免震装置の浮き上がり防止

都心での建物はスレンダーなものが多い。今回はさらに建物形状がL字形で局所的にアスペクト比が大きい部分もある。隅柱には地震時に引張力が生じやすくなるが、積層ゴムに生じる引張力は $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下にする必要がある。このような隅柱の引き抜き力を制御するため、架構形状を工夫した(図6)。

③既存建物地下躯体の有効利用

既存建物に地下がある場合、地下躯体の解体が必要となるが、地球環境保全という点からは有効利用が望ましい。また、既存地下躯体の撤去方法や山留壁の仮設計画は施工計画に大きく影響する。そこで、今回は地下1階の柱頭免震構造として、1階床下に免震層を設けない計画とした。これにより、基礎底レベルを浅くして既存建物の底盤・地下壁をできるだけ残し、仮設材の一部として有効利用した(図7)。

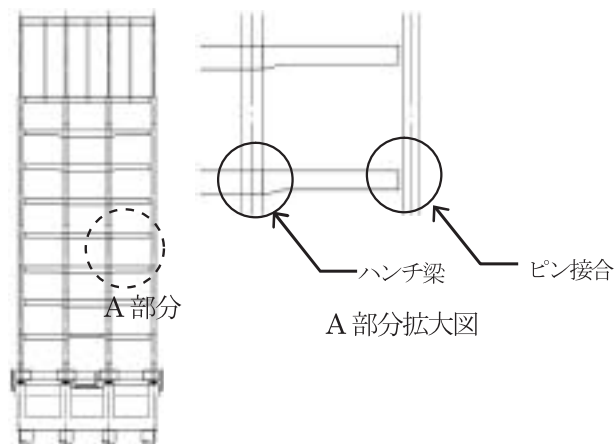


図6 架構形状の工夫の一例

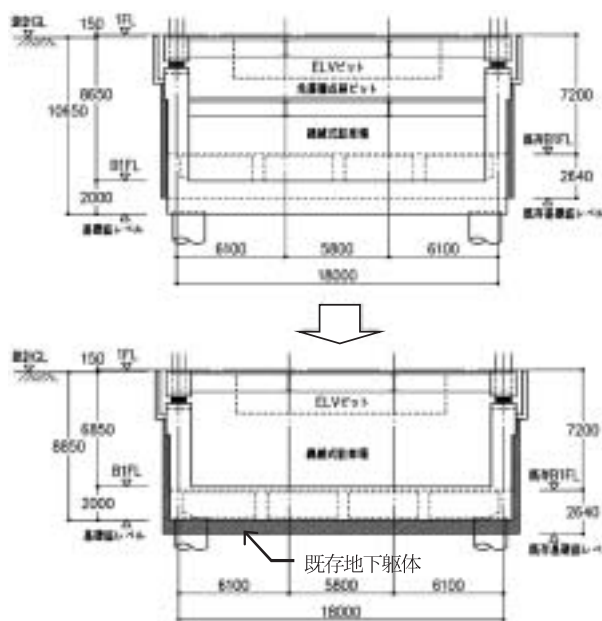


図7 既存建物地下躯体と今回建物地下の関係

5 免震装置の設計

免震装置には、鉛プラグ入り積層ゴム(G_4 、 $S_2 = 3.00 \sim 4.55$ 、 $600\phi \sim 900\phi$)を16台採用している(図2)。各柱下に積層ゴム系免震装置を1台ずつ配置し、長期面圧は $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下(900ϕ)、短期面圧は $-1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上かつ $30.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下(900ϕ)としている(図8参照)。

大地震時の免震層の水平変位を小さく抑えるため、オイルダンパー5台(X方向3台、Y方向2台)を配置した(図2)。

積層ゴムのひずみ $\gamma = 100\%$ 時の1次固有周期はX方向3.49秒、Y方向3.40秒、 $\gamma = 150\%$ 時の1次固有周期はX方向3.76秒、Y方向3.67秒である。

Y7	LRB075 3982 9.4		LRB075 3995 9.4		
Y5	LRB080 5615 11.6		LRB080 4924 10.2		
Y4		LRB060 914 3.4	LRB090 7535 12.3	LRB085 6582 12.1	LRB070 2709 7.3
Y3		LRB080 6009 12.5			LRB080 5282 10.9
Y2		LRB080 5464 11.3			LRB080 5310 11.0
Y1	長期軸力[kN] 面圧[N/mm ²]	LRB070 2331 6.3	LRB080 5021 10.4	LRB080 4874 10.1	LRB070 2348 6.4
通り	X0	X1	X2	X3	X4

図8 長期面圧一覧

6 時刻歴応答解析

1) 耐震性能目標

本建物における耐震性能目標は、各地震動の入力レベルに対して表1のように設定した。

表1 耐震性能目標

入力 レベル	レベル1 稀に発生する地震動	レベル2 極めて稀に発生する地震動
種類	告示波 観測波	告示波 観測波
耐震性能目標		
上部 構造	・短期許容応力以下 ・層間変形角1/300以下	・弾性限耐力以下 ・層間変形角1/150以下
免震 装置	・安定変形(※1)以下 (※1:限界変形の50%=17.5cm) ・免震装置に引張力が生じない	・性能保証変形(※2)以下 (※2:限界変形の75%=26.0cm) ・免震装置の引張面圧は 1.0N/mm ² 以内
基礎 構造	・短期許容応力以下	・弾性限耐力以下

2) 設計用入力地震動

設計用入力地震動は、既往の観測波3波(El Centro、Taft、Hachinohe)、告示波3波とサイト波とした。

告示波(レベル2、工学的基盤面)は、告示スペクトルに適合する『極めて稀に発生する地震動』の位相の異なる3波(近距離、遠距離、一様乱数)とした。これを当該敷地の解放工学的基盤面(GL-27m)へ入力して、自由地盤非線形地震応答解析により建設地の表層地盤による増幅を適切に考慮し、建物入力用地震動とした。自由地盤の応答解析には当社保有プログラム「LiPSS」を用いた。

サイト波は、1923年関東地震の広域強震動を統計的グリーン関数法により評価して求め、前述の方法で表層地盤の増幅を考慮したものとした。

表2 設計用入力地震動一覧表

採用地震波		継続時間 (s)	レベル1		レベル2	
			A (cm/s ²)	V (cm/s)	A (cm/s ²)	V (cm/s)
観測波	EL CENTRO 1940 NS	53.76	255.4	25.0	510.8	50.0
	TAFT 1952 EW	54.40	248.3	25.0	496.6	50.0
	HACHINOHE 1968 NS	51.00	166.9	25.0	333.8	50.0
告示波	告示波 1 (近距離位相)	81.92	66.0	9.2	299.4	42.9
	告示波 2 (遠距離位相)	200.02	62.8	7.2	287.1	34.7
	告示波 3 (一様乱數位相)	62.47	70.6	11.3	315.0	46.6
サイト波 (関東地震)		163.84	—	—	167.2	31.1

A:最大加速度、V:最大速度を示す

3) 解析モデル

解析モデルとしては、免震層上部・下部構造及び免震装置を一体とした立体骨組とした(図9)。部材の復元力特性としては、CFT柱部材はTri-Linear型モデル、S柱部材・S梁部材はBi-Linear型モデルとした。上部構造の内部粘性減衰は1次固有振動数に対する減衰定数を1%とし、初期剛性比例型とした。また、鉛プラグ入り積層ゴムの復元力特性は実験結果に基づいた復元力特性モデル(菊地モデル)を使用した。オイルダンパーの力学モデルはダッシュポットとバネを直列に結合したMaxwell型とした。

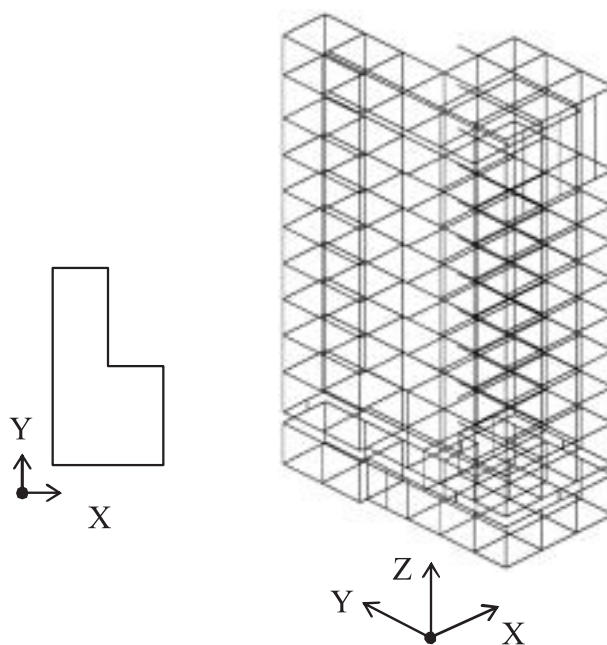


図9 解析モデル図

4) 解析結果

レベル2地震動に対する応答解析結果(免震装置の性能変動考慮)を図10に示す。また、45°方向の水平方向地震動と上下動を同時入力したときの免震装置に作用する面圧を図11に示す。

7 課題に対する検証

①免震クリアランスの低減

今回は、免震クリアランスを35.0cmと一般の免震建物よりも小さく設定している。レベル2の地震応答解析結果では免震層の最大応答変位は24.8cmとなり、免震クリアランスの75%(26cm)以下という目標値を満足している(図10)。

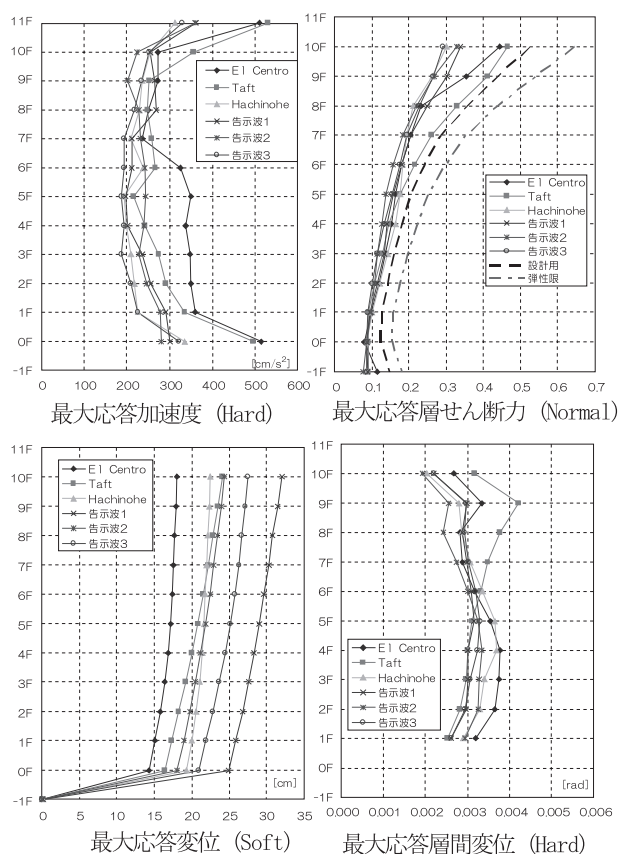


図10 地震応答解析結果(レベル2、Y方向)

②地震時の免震装置の浮き上がり防止

45°方向入力+上下動考慮時においても、免震装置に作用する引張面圧は1.0N/mm²以下であり目標値を満足している(図11)。

③既存建物地下躯体の有効利用

地下1階の柱頭免震構造として1階床下に免震層を設けない計画とすることにより、既存建物地下躯体を仮設材として有効利用している。

加力方向

Y7	1794 4.23 OK		-377 -0.89 OK		
Y5	0 0.00 OK		933 1.93 OK		
Y4		68 0.25 OK	3420 5.60 OK	2115 3.88 OK	-293 -0.79 OK
Y3		2631 5.45 OK			1081 2.24 OK
Y2		596 1.24 OK			2420 5.02 OK
Y1	最小軸力[kN] 面圧[N/mm ²] 判定	-359 -0.97 OK	812 1.68 OK	2326 4.82 OK	612 1.66 OK
通り	X0	X1	X2	X3	X4

加力方向

Y7	-296 -0.70 OK		1369 3.23 OK		
Y5	1061 2.20 OK		1872 3.88 OK		
Y4		-257 -0.95 OK	3715 6.08 OK	2899 5.32 OK	825 2.23 OK
Y3		2039 4.23 OK			2368 4.91 OK
Y2		2019 4.18 OK			1156 2.40 OK
Y1	最小軸力[kN] 面圧[N/mm ²] 判定	763 2.07 OK	2569 5.32 OK	807 1.67 OK	-248 -0.67 OK
通り	X0	X1	X2	X3	X4

図11 45°方向+上下方向同時加力時(観測波)の免震装置面圧

8 おわりに

銀座のような都心での免震建物を設計するにあたり、困難な課題がいくつかあった。本建物はそれらを克服し、都市型免震建物の一つの解決策を示せたと考えている。

建物はH19年10月末に竣工し、11月末から高級宝飾ブランドであるブルガリの店舗、事務所、レストランとしてオープンしている。