

明治屋京橋ビル免震レトロフィット



村岡 久和
織本構造設計



荒 真一
同左



荻野 瑛
同左



中川 健太郎
清水建設



小倉 裕之
同左



岡崎 真大
同左

1 はじめに

明治屋京橋ビルは、曾禰達蔵氏設計の歴史的建造物として2009年中央区の第一号有形文化財（建築物）に指定された。イタリア・ルネサンス様式の優美なデザインとともに、昭和初期の建築技術を反映させた貴重な近代建築である。また、民間建築では初めて地下鉄駅と一体化となって建設された、現存最古の建物である。

耐震改修促進法による耐震診断結果を踏まえ、この度の京橋二丁目西地区再開発に伴い、本建物の耐震改修を行うこととなった。有形文化財として南面・東面・北面のファサードは保存対象となることを条件に、耐震改修工法について検討が続けられた。ブレース等の補強では保存すべきファサードに大きな影響を与える。基礎免震にするには四周の擁壁が厚くなり十分なクリアランスを確保できないため、B1階中間階免震とすることとなった。

2 建物概要

1階は明治屋京橋ストアーと東京メトロ銀座線京橋駅の出入口、2階～6階、8階は事務所、7階にはクッキング設備付きホール、地下には老舗のカフェテリアがある。建築概要を以下に示す。

建 物 名：明治屋京橋ビル

改 修 設 計：有限会社U.A建築研究室・清水建設株式会社設計共同企業体（構造設計統括：織本構造設計）

改 修 施 工：清水建設株式会社

所 在 地：東京都中央区京橋2-2-8

敷 地 面 積：7994.44m²

建 築 面 積：553.22m²

延床面積：5477.86m²

階 数：地下2階 地上8階 塔屋2階

主 要 用 途：事務所・物販店舗・飲食店舗

構 造：SRC造・一部S造・免震レトロフィット

工 期：H25年9月～H27年7月

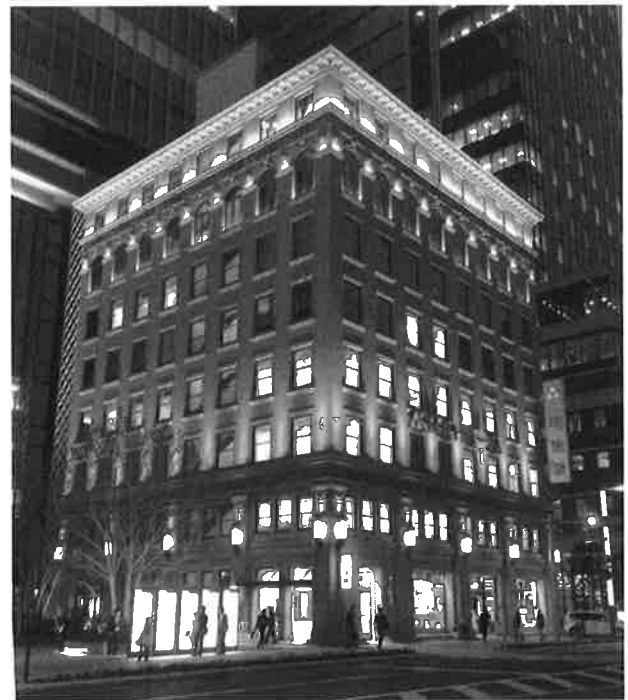


図1 明治屋京橋ビル（改修後）

3 再開発と明治屋京橋ビル

明治屋京橋ビルは、京橋二丁目西地区再開発計画対象地域内に位置している。改修後の本建物は、隣接する再開発ビルとは基礎構造から完全に独立しており、EXP.Jを介して地下2階と地上1階で機能的に接続する。再開発ビルと明治屋京橋ビルの耐震改修

工事はほぼ同時期に着工したが、明治屋京橋ビルは先行して2015年8月にオープンし、再開発ビルは2016年11月に京橋エドグランとしてオープンした。

4 耐震改修計画

地下の平面形は地上部外壁面より大きくなっており、地下外壁は柱面より外側へオフセットしている。この空間を免震クリアランスとして利用することが最も合理的な免震改修となる。また、外周の山留め壁を盛り替えることは周辺の道路事情から困難であった。そこで、補強することで既存の山留めを利用し、設計免震クリアランスを確保できることが確認でき、地下1階柱頭部に免震支承を設置した中間免震を採用するに至った。

地上部の主な構造的改修は、設備機器の更新に伴い、西面の下屋部分を一部撤去し、増設するエレベーターや設備機器設置用の鉄骨フレームを増設したことである。

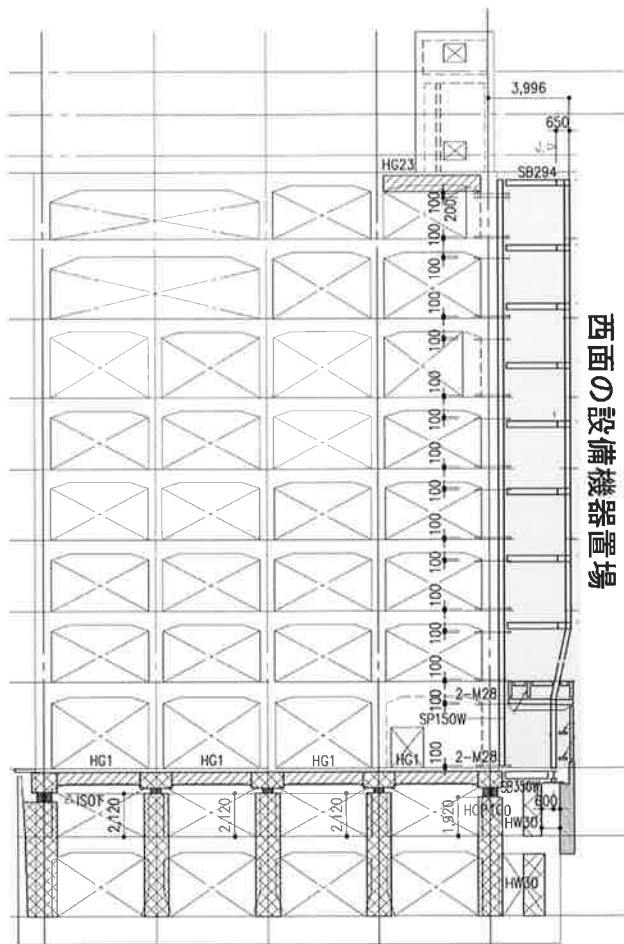


図2 耐震改修計画案

5 補強設計

地下1階を免震層とした中間免震構造とした。免震層は、鉛プラグ挿入型積層ゴム支承16基（ゴム径800mmが6基、ゴム径750mmが10基、いずれもゴム総厚200mm）および弾性すべり支承9基（すべり材径600mmが2基、すべり材径500mmが7基）から構成される。また、西側に増設した設備機器設置用の鉄骨フレームは十字型直動転がり支承4基により地下1階または地下2階において支持される。

免震層の下部構造となる地下2階は、全ての柱に鉄筋コンクリート増打ちによる補強を行う。また、地下1階および地下2階では隣接する再開発ビルとの接続および用途変更のため南面の外壁および内部の耐震壁を撤去する。一方、隣棟に接続しない箇所では、地下2階で外周壁および耐震壁を増設し、地下1階では外周壁を増打ち補強する。

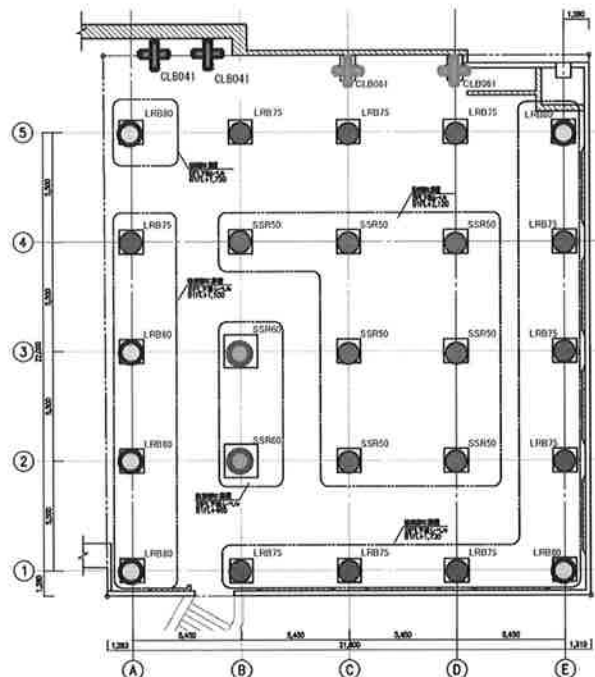


図3 免震支承の配置

表1 免震装置リスト

凡例	ゴム外形 (mm)	鉛径 (mm)	二次形状係数 S_2	ゴム総厚 (mm)	基数	
	L.RB75	φ 750	φ 130	3.75	200.0	10
	L.RB80	φ 800	φ 140	4.0	200.0	6
	SSR50	φ 500	—	12.5	40	7
	SSR60	φ 600	—	14.3	40	2
	CLB041	—	十字型直動転がり支承		—	2
	CLB061	—	十字型直動転がり支承		—	2
					計	29

6 時刻歴応答解析

(1) 耐震性能目標

極めて稀に発生する地震動に対して、以下の性能目標を設定した。弾性すべり支承には浮き上りが発生しないことも確認する。

表2 耐震性能目標

		極めて稀に発生する地震動
上部構造	部材耐力	ヒンジが発生せず弾性限以下である
	層間変形角	1/300 以内
免震層	せん断歪み	$\gamma = 200\%$ 以内
	層間変形	40.0cm 以内
	引張 積層ゴム	-1.0 N/mm ² 以内
下部構造	部材耐力	ヒンジが発生せず弾性限以下である

(2) 応答解析モデル

振動解析モデルは、地下1階を免震層と免震下部層に分割し他の階は1層1質点として、基礎固定とした多質点系等価せん断型モデルとした。上部構造は、予め立体フレームモデルを作成し、荷重増分解析を行い、各階の荷重変形曲線から復元力特性を設定した。免震支承の鉛プラグ挿入型積層ゴムはひずみ依存型バイリニア型、弾性すべり支承はバイリニア型として、各性能値にばらつきを考慮している。

X方向とY方向の性状はほぼ同様であるので、ここではX方向の固有周期を示す。免震層固定時で0.762秒であり、積層ゴムのせん断変形が100%のときの固有周期は3.580秒と約4.7倍の長周期化となっている。

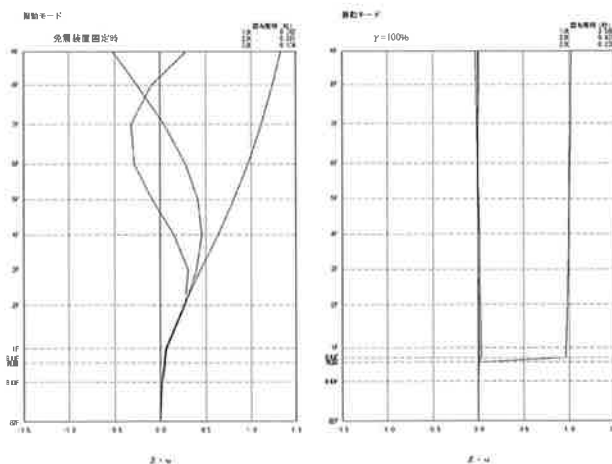


図4 X方向刺激関数図

表3 X方向固有周期

モード	免震固定時	100%変形時
1次	0.762	3.580
2次	0.281	0.438
3次	0.174	0.226

(3) 入力地震動

設計用入力地震動は極めて稀に発生する地震動について、位相を変えた告示波4波と観測波3波の計7波を採用した。告示波については、位相を以下の3波の位相スペクトルと乱数位相を用いた。表層地盤の増幅特性を考慮するため、東京礫層を工学的基盤と設定し、一次元波動理論に基づく表層地盤の地震応答解析により基礎底面での入力地震動を作成した。

- 告示波1：El Centro 1940 NS (94年助成版) 位相
- 告示波2：Hachinohe 1968 NS (2010翠川波) 位相
- 告示波3：乱数位相
- 告示波4：JMA Kobe 1995 NS位相

表4 設計用入力地震動

		地震波	加速度 cm/s ²	速度 cm/s	継続 時間 s
極めて稀に発生する地震動	告示波	告示波 1 (ELCE)	434.0	53.0	53.7
		告示波 2 (HACHI)	311.7	65.2	234.0
		告示波 3 (乱数)	340.9	42.3	120.0
		告示波 4 (KOBÉ)	437.8	66.0	70.0
	観測波	El Centro 1940 NS	511.0	50.0	53.7
		Taft 1952 EW	497.0	50.0	54.4
		Hachinohe 1968 NS	333.0	50.0	234.0

(4) 応答結果

プラス変動時の最大加速度および層せん断力係数を、マイナス変動時の最大変位を、X方向とY方向について以下に示す。告示波4 (Kobe位相) が最大応答を与えた。

地上1階の層せん断力係数はプラス変動で決まり、X方向で0.125、Y方向で0.124となった。免震層の最大変形はマイナス変動で決まり、X方向で33.6cm、Y方向で33.9cmとなった。その他の応答値も設計目標を満足することを確認した。

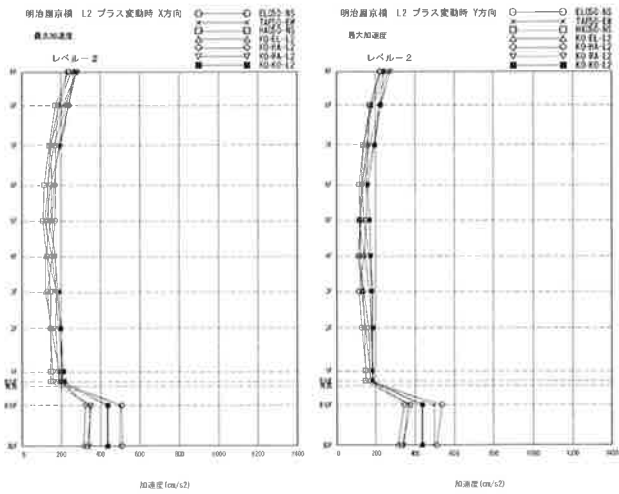


図5 最大加速度 (プラス変動時)

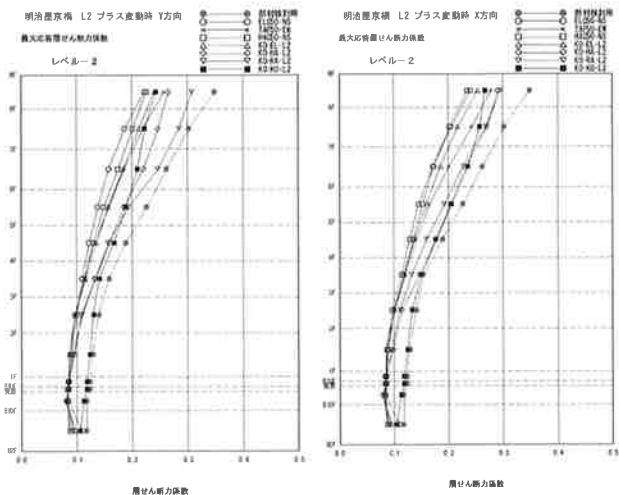


図6 最大層せん断力係数 (プラス変動時)

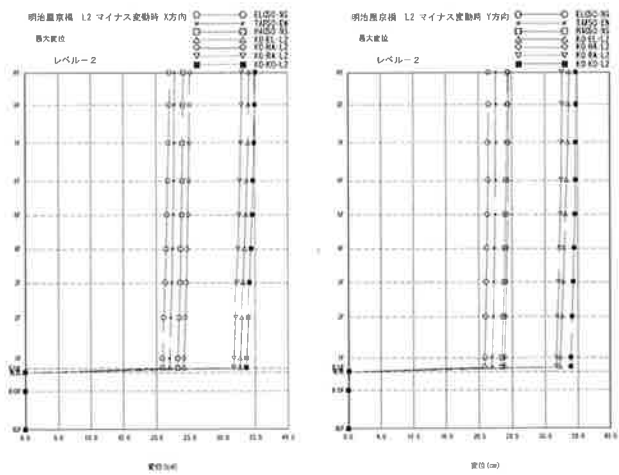


図7 最大変位 (マイナス変動時)

7 補強工事

免震装置設置のための仮受け工事の概要を示す。1階梁のせん断耐力が不足したため、2階梁柱接合部から荷重仮受けを行っている。完全な軸力移行を図るため、免震支承下部にジャッキを設置し、プレロードを与えている。また、仮設時のブレースは水平震度0.2を考慮して設置し、完全に免震化できるまで存置している。

建築工事・設備工事も含め予定工期は22ヶ月であった。

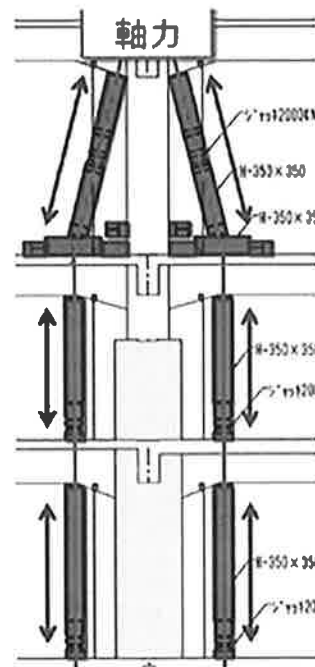


図8 荷重仮受け状況

8 おわりに

2013年10月に着工した明治屋京橋ビルの保存改修工事は2015年7月に無事竣工し、再開発ビルに先駆け2015年8月31日に新装オープンを迎えた。

設計から監理を通して、関係者の皆様には多大なご理解とご協力を賜りました。この場を借りて心より感謝申し上げます。