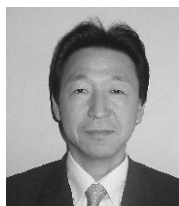


三菱一号館



小川 一郎
三菱地所設計



吉原 正
同

1 はじめに

旧三菱一号館は東京丸の内最初の建物で、イギリス人建築家ジョサイア・コンドルの設計である。建物は、地下1階地上3階建ての煉瓦造で、棟割長屋の平面形式を特徴とするわが国最初の近代オフィスビルであり、明治27年に竣工した。本計画は、昭和43年に取り壊された旧三菱一号館を復元するものである。ここでは、構造計画及び免震計画について紹介する。

2 建築概要

建物名称	三菱一号館
所在地	東京都千代田区丸の内二丁目6番3号
建築主	三菱地所株式会社
主要用途	美術館
階数	地下1階・地上3階
構造種別	煉瓦造(イギリス積)
屋根	クイーンポストトラスの洋風木造小屋組
床	I形鋼梁+波形鉄板+鉄筋コンクリート
設計監理	株式会社 三菱地所設計
施工者	株式会社 竹中工務店
工期	2007.2～2009.4

3 構造設計概要

3.1 構造計画概要

本プロジェクトは、地上37階建ての超高層オフィスビルと三菱一号館から成っている。高層棟の地下は敷地全体に広がり、全体で一体構造となっている。基礎構造は、約GL-30mで直接基礎(べた基礎)で支持している。L形平面形状をした一号館は、敷地東南角に位置しており、上記の一体構造となっている地下構造の上に免震構造で支持されている。



写真1 旧建物外観

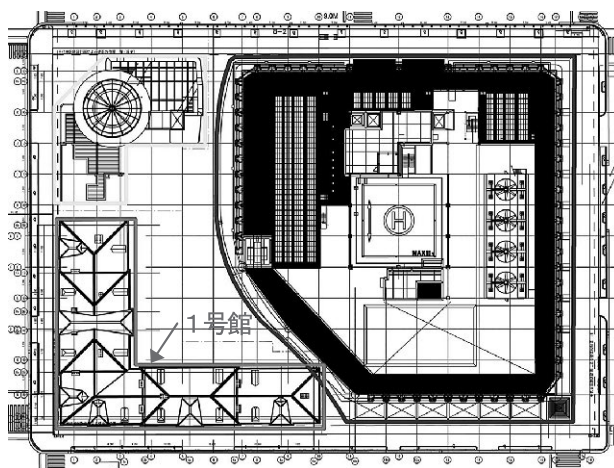


図1 建物配置

3.2 復元設計概要

煉瓦組積造の復元設計にあたり、構造実験(表1)により煉瓦材料・組積体の物性を確認し、設計用の許容応力度を設定した。実験結果の平均値を基準強度とし、長期許容応力度を基準強度の1/3、短期許容応力度を基準強度の2/3と設定した。架構の応力解析はプログラムMIDAS/GENを使用し、煉瓦壁は板要素による有限要素モデル(図4)とした。

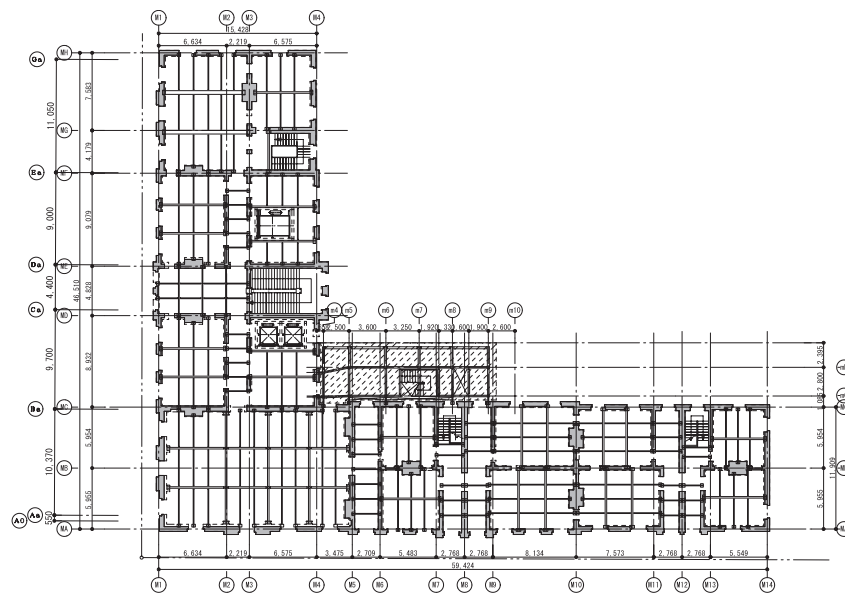


図2 3階伏せ図

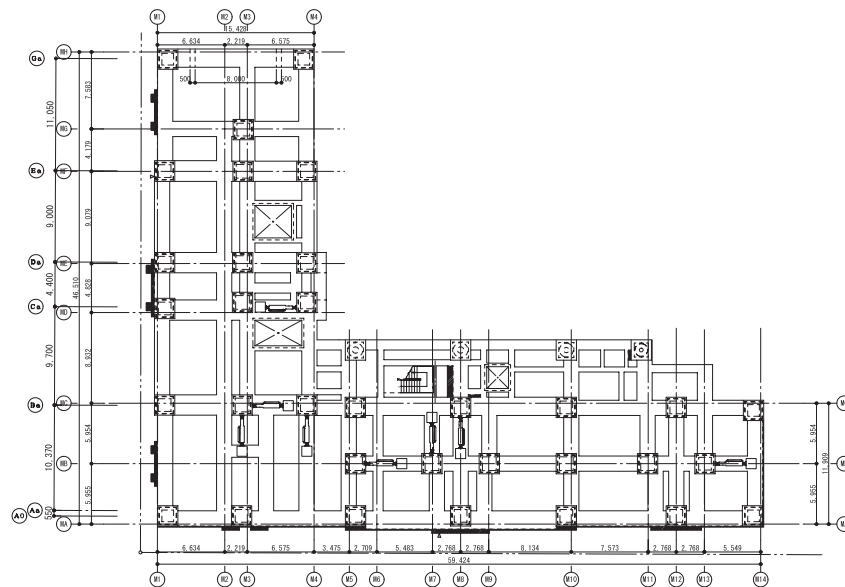


図3 免震装置配置図

表1 実験項目一覧

予備試験	煉瓦	圧縮試験	
		3点曲げ試験	
	モルタル	圧縮試験	
	帯鉄	引張試験	
本試験	組積体	一面せん断試験	
		曲げ試験	4連 6連
	組積体	圧縮試験	2枚積み 2.5枚積み
		直接せん断試験	2枚積み 2.5枚積み
		面内曲げ試験	腰壁なし 2枚積み 2.5枚積み
			腰壁あり 2枚積み 2.5枚積み
		梁の面外曲げ試験	帯鉄なし 2枚積み
			帯鉄あり
	モックアップ試験体	壁の面外曲げ試験	1層1スパン直交壁付き壁体

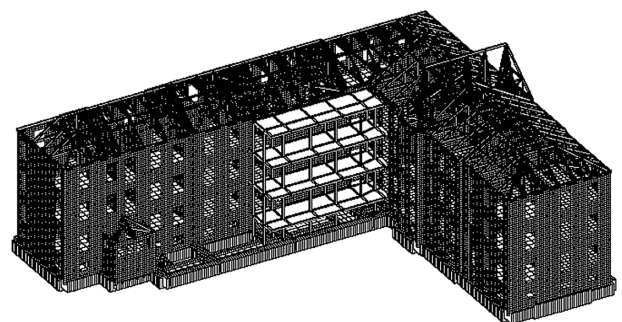


図4 応力解析モデル

4 免震装置の設計方針

本建物においては、鉛プラグ入り積層ゴム(LRB)と積層ゴム(RB)を用い、さらにダンパー要素としてオイルダンパーを付加している。

免震装置は、装置直径700,750,800,850mmのRBを4種類、装置直径700,750,800,850mmのLRBを4種類とした。平均面圧は、概ね5.9～8.6N/mm²になっている。免震層における水平剛性の偏心が生じないように配慮しながらかつ、振り剛性が高くなるように、水平剛性の比較的高いLRBはL形平面の外周部に配置している。また、最大減衰力931kNのオイルダンパーを各方向4基設置している。最大減衰力の総和の建物総重量に対する比は、3.6%である。建物全周囲にわたり、最大応答変位を考慮して500mmのクリアランスを設けている。

地震荷重レベルとしては4つの大きさを設定し、想定した4つの各地震レベルに対して、上部構造及び免震装置の目標クライテリアを表2のように設定した。

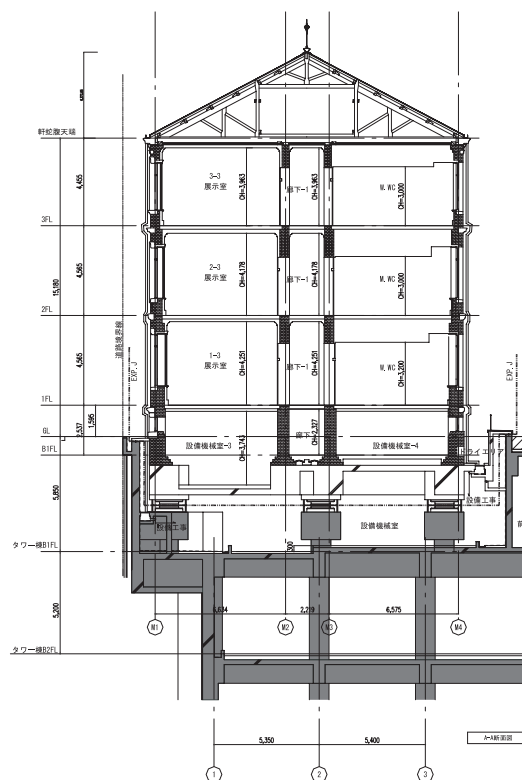


図5 1号館断面図

表2 耐震設計クライテリア

設定地震動レベル		レベル1 (稀に発生する地震)		レベル2 (極めて稀に発生する地震)	
		L1(小地震)	L2(中地震)	L3(大地震)	L4(極大地震)
主要構造の目標性能	上部構造	層間変形角 $\leq 1/10000$ (面内) $\leq 1/3000$ (面外) 短期許容応力度以内 加速度応答 100cm/s^2 以下		層間変形角 $\leq 1/5000$ (面内) $\leq 1/2000$ (面外) 基準強度以内 加速度応答 200cm/s^2 以下	
	下部構造	短期許容応力度以内		短期許容応力度以内	終局強度以内
	免震装置	安定変形量以下 せん断歪み率100%以下	安定変形量以下 せん断歪み率150%以下	性能保証変形量以下 せん断歪み率200%以下	終局限界変形量以下 せん断歪み率250%以下
	オイルダンパー	限界速度以内 かつ 限界変形以内			

5 地震応答解析

本建物は、高層棟の地下階の剛性が高いことから、基本振動解析モデルとして免震層直下を固定として解析を行った。建物平面形がL形をしており、ねじれの影響が懸念されることから、疑似立体振動モデル(図6)とした。また、高層棟及び地下を含めた連成系モデル(図7)の検討を別途行なったが、1号館の応答変位が1%程度増加するにとどまり、連成の影響はほとんど無い結果であった。振動解析結果に基づき、設計用層せん断力係数をレベル1に対して $C_i=0.06$ 、レベル2に対して $C_i=0.14$ とした。

応答結果の一例として、X方向のレベル2の最大加速度及び最大変位を以下に示す。いずれも上部構造並びに免震装置のクライテリアを満足している。

6 まとめ

煉瓦造建物の免震構造による復元計画について紹介した。免震構造を採用することで、組積造においても高い耐震性を確保することができた。本建物は、2009年4月末に竣工し、2010年9月に美術館としてオープンされる予定である。

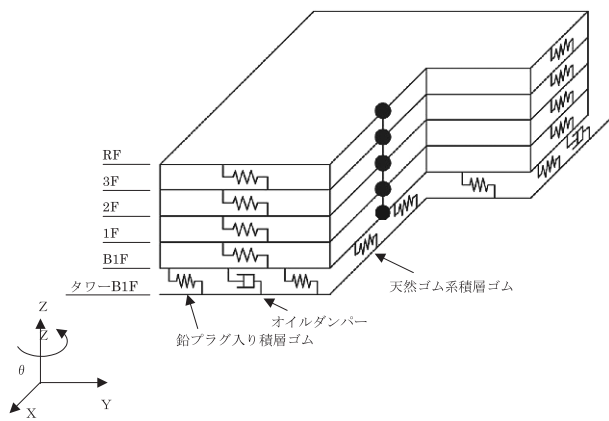


図6 基本振動解析モデル

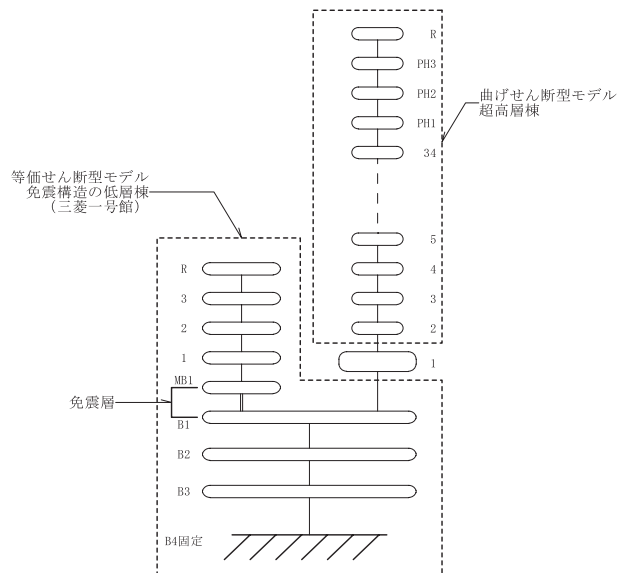


図7 連成系振動解析モデル

表3 入力地震波一覧

地 震 波	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)				計算時間 (s)	備 考
	L1		L2		L3		L4			
	最大加速度	最大速度	最大加速度	最大速度	最大加速度	最大速度	最大加速度	最大速度		
	(cm/s ²)	(cm/s)	(cm/s ²)	(cm/s)	(cm/s ²)	(cm/s)	(cm/s ²)	(cm/s)		
KOKUJI-HIB	—	—	71.3	11.3	356.4	56.2	—	—	60.0	告示波（地域特性型）
KOKUJI-JMAKOB	—	—	76.2	10.9	381.2	54.6	—	—	60.0	告示波（直下型）
KOKUJI-HAC	—	—	76.8	15.7	384.4	78.6	—	—	60.0	告示波（長周期型）
VE30N	201.0	11.9	—	—	—	—	—	—	40.0	サイト波基準波（L1）
VE75N	—	—	229.6	28.8	—	—	—	—	60.0	サイト波基準波（L2）
VE150-2A	—	—	—	—	280.0	46.8	—	—	80.0	サイト波基準波（L3）
VE200-2A	—	—	—	—	—	—	594.0	90.5	50.0	サイト波基準波（L4）
EL CENTRO 40 NS	—	—	255.4	25.0	510.8	50.0	—	—	50.0	既往観測波
TAFT 52 EW	—	—	248.4	25.0	496.8	50.0	—	—	50.0	既往観測波
HACHINOHE 68 NS	—	—	165.1	25.0	330.1	50.0	—	—	50.0	既往観測波

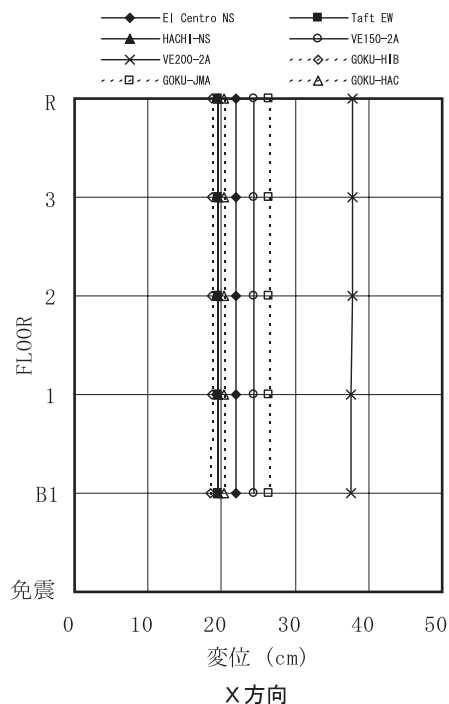
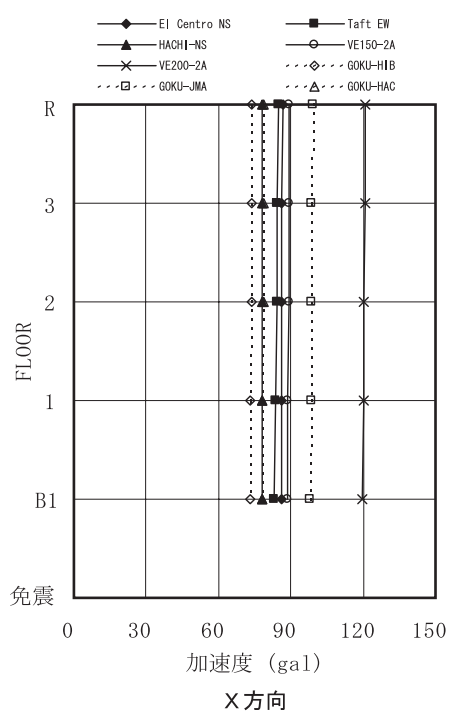


図8 地震応答解析結果