

ダイビル本館

—低層部の保存再生が課題となった超高層建物の構造設計—



石田 大三
日建設計

1 開発計画概要

ダイビル本館は大阪市北区中之島三丁目共同開発のⅢ期工事として計画されたものである。(Ⅰ期工事は関電ビル、Ⅱ期工事は中之島ダイビルで、それぞれ2004年、2009年に竣工している。) 渡辺節・村野藤吾設計の旧ダイビル(大正14年竣工)の意匠を低層部に再現しながら高層部には最先端のオフィスフロアを計画することにより、超高層建物として再生させた。低層部の外装は、旧ビルからレンガ・石材等を取り外して再利用し、内部空間は旧意匠の再現を行なった。高層部の外装は石材フィンを外付けマリオンとした軽快なカーテンウォールとしている。なお、2階以下の部分の西側には、関電不動産工区の“中之島四季の丘”が隣接しており、構造的には一体の建物として計画している。

2 建築計画と構造計画

地上部の主な用途は店舗と事務所である。1～6階は旧ダイビルの外観を再現した低層部となっており、1～2階が店舗、3階が機械室、4階の一部が共用のカフェテリアと会議室、5～6階は事務室となっている。7階以上の高層部は事務室となっている。高層部の外壁面は低層部ファサードに配慮し、低層部外壁面よりもセットバックさせたものとしているが、このことにより、必然的に高層部外周柱が低層部内部を貫通することとなる。低層部分の事務室や店舗の使用上のフレキシビリティを確保する観点から、低層内部空間を貫通する柱をどのように設計するかが、構造計画上の課題となった。高層部から降りてくる外周柱を、低層部の5～6階において斜め柱とし、大架構を用いて低層部の外周部及びコア側の柱へ乗り換える案も考えられたが、乗り換え階の

地震応答が弾性的挙動になり制振効果が低くなること、大架構自体がコスト高であること、高軸力の柱が低層部外壁に取り合った場合再現対象である外壁ファサードの設計自由度が制限されることなどが懸念された。そのため斜め柱は採用せず、高層部の外周梁をロングスパンとし、柱をできるだけ少なくして低層部内部を貫通させる計画とした。

建設地：大阪市北区
用途：事務所・店舗・駐車場
敷地面積：約21,000m²(開発地区全体)
建築面積：約3,570m²(ダイビル工区)
延床面積：約48,200m²(ダイビル工区)
階数：地下2階 地上22階
軒高：97.13m 最高高さ：108.19m
構造形式：鉄骨造・一部鉄骨鉄筋コンクリート造
基礎形式：場所打ちコンクリート杭
建築主：ダイビル株式会社
設計監理：(株)日建設計
施工者：(株)大林組
工期：2010年10月～2013年2月(29ヶ月)



写真1 北からの全景 東は中之島ダイビル 奥は関電ビル

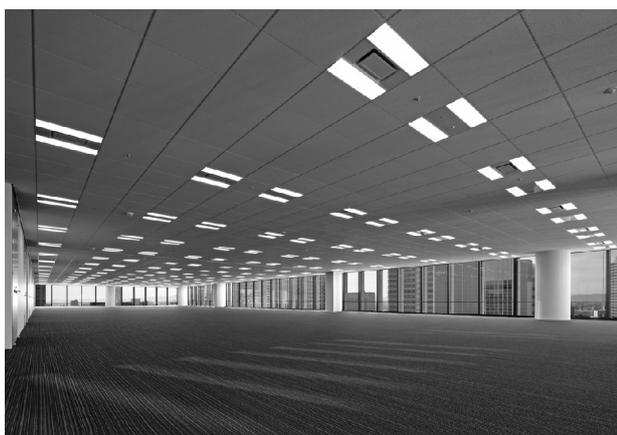


写真2 事務室内観

3 構造設計の概要

高層部・低層部ともに主体構造は鉄骨造とし、コア部分に速度依存ダンパー（オイルダンパー）を配置した制振構造として計画した。ただし、低層部の外周架構については旧ダイビル外壁の石材彫刻との取り合いを考慮して2階床レベルまで鉄骨鉄筋コンクリート構造とした。構造設計上高層部分の架構計画が課題となるが、低層部へ貫通する柱を少なくする意図から、コア部以外の外周部分には1100φの鋼管柱を、最大スパン約19.2mで配置して鉛直荷重

を支持する計画とした。

高層部分および低層部の2～6階の架構形式については速度依存ダンパー付ラーメン架構、1階については鋼板壁付ラーメン架構とした。

低層部分及び高層部分の主要な柱は鋼管柱または角形鋼管柱とし、コア内の一部にH形鋼柱を配置している。高層部分で事務室に面した外周の1100φの柱は高軸力となることからコンクリート充填鋼管構造とした（充填高さは19階まで）。コア部分の柱は溶接箱形断面柱600～800□または冷間成形角形鋼管柱600～800□、一部に極厚H形鋼を採用した。低層部分の外周柱は溶接箱形断面柱600×350□とした。高層部分の角形鋼管柱はいずれもコンクリート充填鋼管構造とし、19階までコンクリート充填している。外周大梁の設計においては、長期に事務室内のロングスパン梁を支持し、地震時には各階の水平剛性と建物のねじり剛性を確保することが重要となるため、1100φの柱をつなぐ外周大梁についてはWH-900×600、フランジ厚最大70mmとした。

速度依存型ダンパーはX方向総数72基、Y方向総数62基をコア部分に配置し、仕様は最大減衰力が1600kN～2000kN、初期減衰係数562.5～750kN・s/cm、リリース後減衰係数11.2～14.4kN・s/cm、最

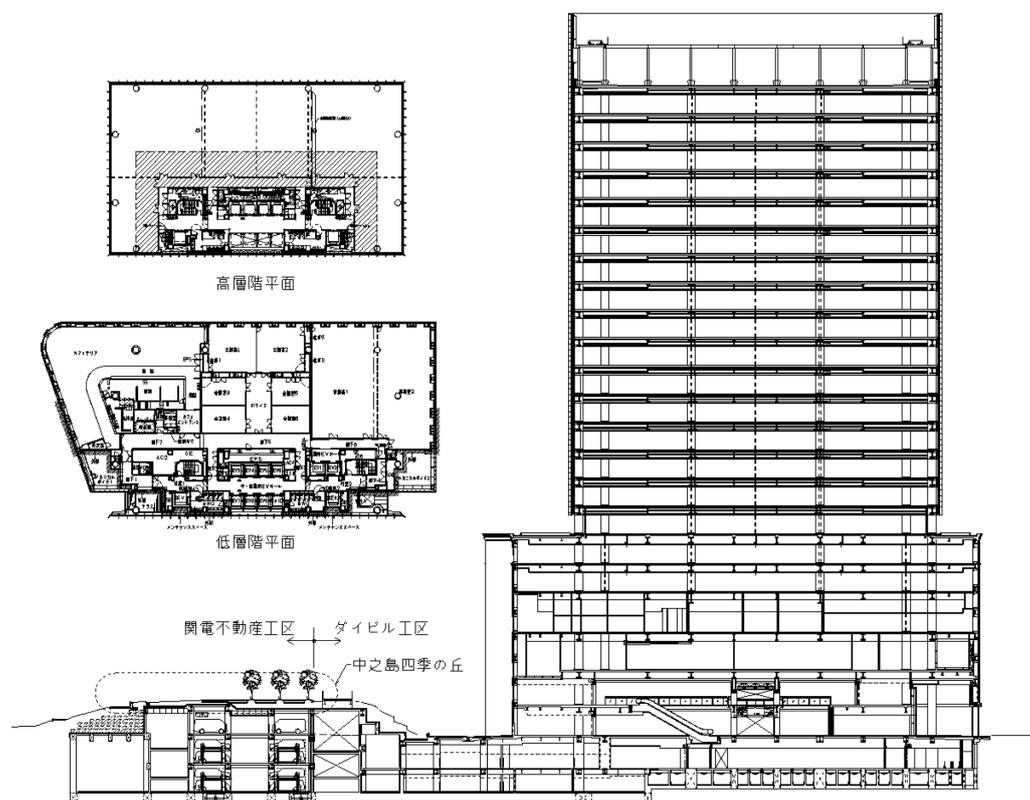


図1 断面図・平面図

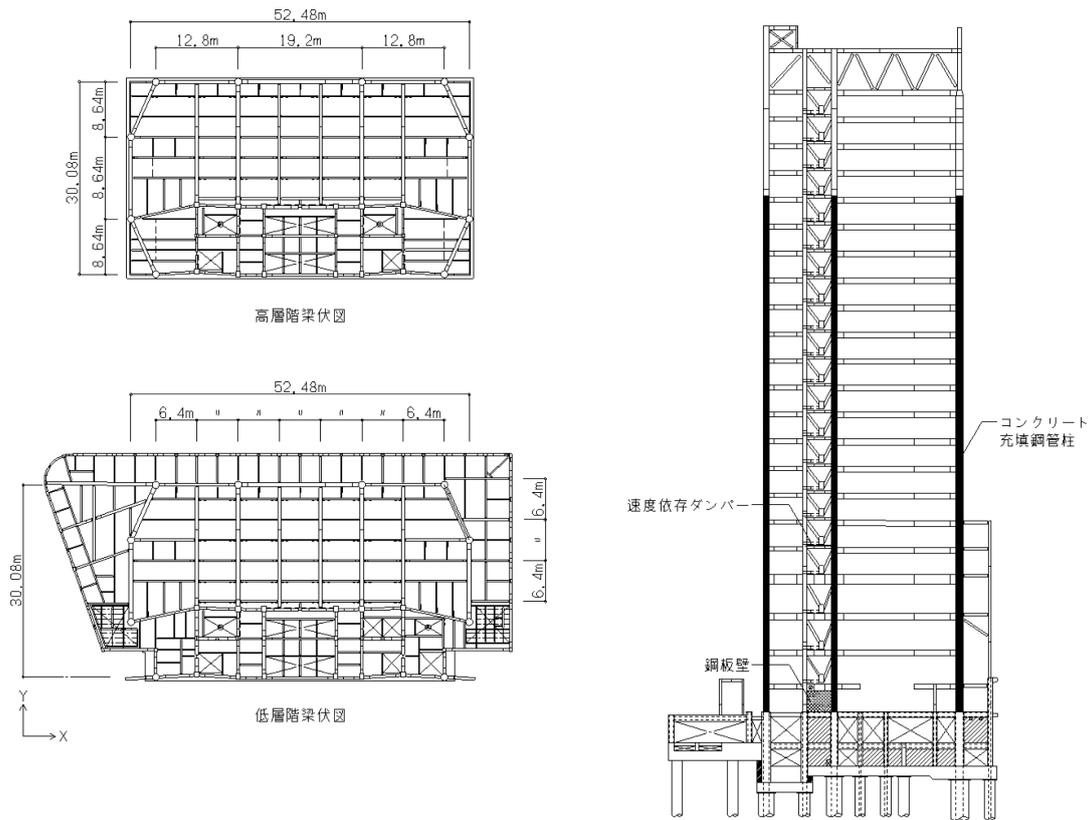


図2 伏図・軸組図

大速度 30cm/s とした。

4 耐震設計と制振効果

検討用地震動としては、告示模擬地震動（3波）、観測地震動（3波）、地域特性を考慮した模擬地震動（7波）の計13波を採用した。考慮した地域特性は上町断層および南海・東南海地震である。

解析モデルは、建物を部材レベルでモデル化した立体解析モデルとした。地震動の入力方向はX・Yの2方向とし、一次固有周期はX方向、Y方向、ねじれがそれぞれ3.11、3.05、2.39秒である。

レベル2地震動での応答結果は、X方向で最大応答層せん断力がベースシア換算で0.22、最大層間変形角が1/99、Y方向で最大応答層せん断力がベースシア換算で0.24、最大層間変形角は1/85であった。Y方向の架構はX方向に比べて、建物短辺方向であり、全体曲げ成分が大きくなること、設置された速度依存ダンパーの基数が少ないことなどの影響で応答量が大きくなっていると考えられる。

居室階の床面最大応答加速度は、X方向が告示波（東北）の22階で6,178mm/s²、Y方向が告示波（東北）の11階で7,094mm/s²である。各階の分布は図

示したように、高層部では8～18階に上がるに従い応答加速度が減少し、19階以上は逆に増加していく傾向である。これは、高次の振動モードの影響によるものと考えられ、各地震動において同様の傾向となっている。また地動加速度に対する居室階応答加速度の比率は、X方向告示波八戸で0.63～1.04、告示波東北で0.60～1.28、告示波神戸で0.53～1.08、Y方向告示波八戸で0.65～1.17、告示波東北で0.67～1.46、告示波神戸で0.53～1.26となっており、入力方向と地震動によりばらつきはあるが、床最大応答加速度は概ね地動最大加速度の0.6～1.2倍の範囲内でおさまっており、床の応答加速度も低く抑えられている。

5 低層部外装ディテール

旧ダイビルの外壁は、鉄筋コンクリート壁の外側に煉瓦積を施したものであった。これに対して本計画は、鉄骨造架構の外壁としてPCカーテンウォールを設け、さらにこの外側に煉瓦を中空積として施工する方法を採用した。煉瓦の自重はPC版に取り付けた荷重受け金物で支持し、PC版にアンカーしたウォールタイで面外への水平変位を拘束してい

る。地震時の層間変形が生じた場合、PC版間の目地部に変位差が生じるが、当該部分の煉瓦目地をシーリングのうえ弾性目地仕上げとし、変位差を吸収できるディテールとした。この変位吸収機構については、実大モデル実験を行い、性能を検証している。なお、今回用いた煉瓦は、旧ダイビルに使われていた煉瓦を丁寧に取り外して再利用したものである。

表1 告示模擬地震動

レベル	レベル1の地震動 (稀に発生する地震動)		レベル2の地震動 (極めて稀に発生する地震動)		解析時間 (s)
	最大 加速度 (mm/s ²)	最大 速度 (mm/s)	最大 加速度 (mm/s ²)	最大 速度 (mm/s)	
告示波-八戸 (HACHINOHE 1968EW) ⁽¹⁾	1111	134	5044	706	120
告示波-東北 (TOHOKU.U.1978NS) ⁽¹⁾	1171	128	4836	690	60
告示波-神戸 (UMAKOBE 1995NS) ⁽¹⁾	1224	142	5518	856	60

表2 固有周期

固有周期 (秒)	3.11 (X方向1次)
	3.05 (Y方向1次)
	2.39 (おじれ1次)
	1.12 (X方向2次)
	1.06 (Y方向2次)
	0.90 (おじれ2次)



写真3 オイルダンパー取付状況

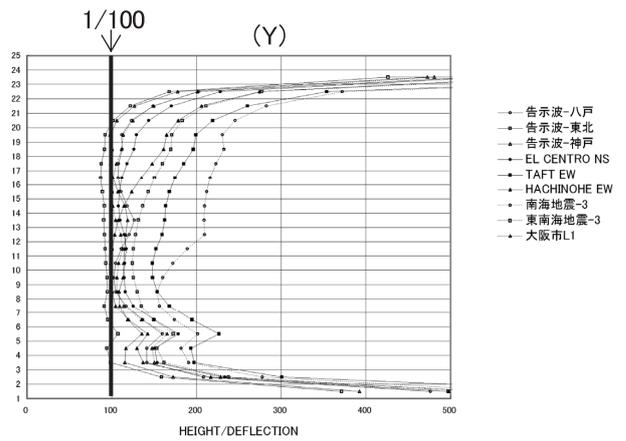


図4 最大層間変形角 (外周架構)

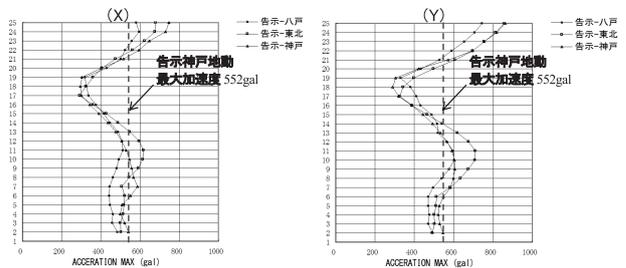


図5 床の最大応答加速度 (告示波)

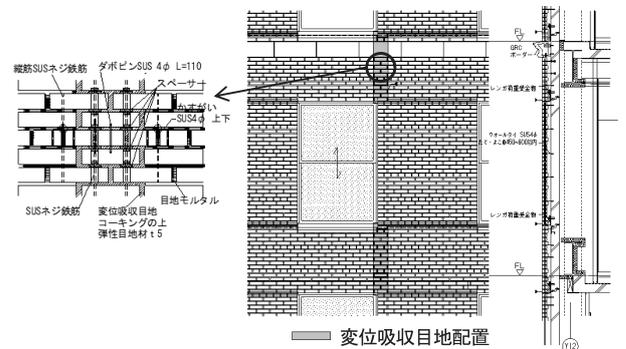


図6 煉瓦中空積詳細

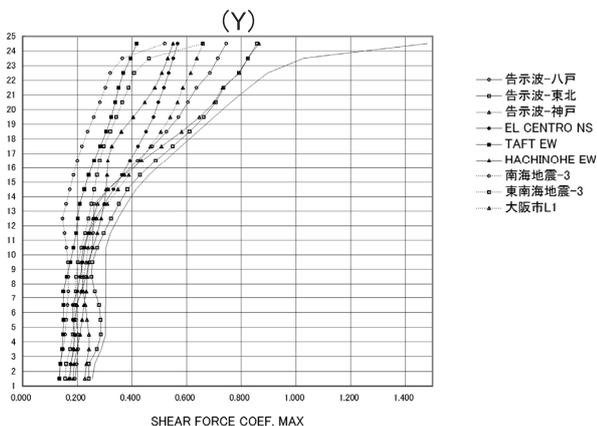


図3 最大応答層せん断力係数



写真4 煉瓦中空積施工状況