The Okura Tokyo



早部 安弘 早稲田大学(元大成建設)



中島 崇裕 大成建設



安藤広隆



豊島裕樹

1 はじめに

本建物はホテルオークラ東京・本館の建替えによ り新しく生まれ変わったThe Okura Tokyoである。本 館(写真1)は「海外の模倣ではなく世界に通じる 日本独自のホテルの創造」を目指して、1962年に開 業した。館内各所に散りばめられた日本美、誰にで も開放されていたメインロビー(オークラロビー)、 そして最高のおもてなしを含めて世界中の人々から 親しまれてきたホテルであった。その本館も50年以 上が経過し、老朽化が進み耐震性能の面からも検討 した上、開業当初の「創造的挑戦」の精神を受け継 ぎ、新たな複合施設としてのホテルに生まれ変わる こととなった。

2 建物概要

所 在 地:東京都港区虎ノ門2-10-4	
建 築 主:ホテルオークラ	
建築面積:13,262.54m ²	
延床面積:180,905.72m²	
最高高さ:188.60m	
階 数:地下1階、地上41階、塔屋2	階
用 途:ホテル、事務所、店舗、駐	車場
基礎種別:直接基礎+杭基礎	
構造種別:地下:鉄筋コンクリート造	一部鉄骨鉄筋
コンクリート造	
地 上:鉄骨造一部CFT柱	
制振部材:オイルダンパー、粘弾性層	を擦ダンパー、
ATMD	
設 計 者:虎ノ門2-10計画設計共同体	
建 築:谷口建築設計研究所、大成	建設一級建築
士事務所、観光企画設計社	、日本設計
構 诰:大成建設一級建築十事務所	

設備:大成建設一級建築士事務所、森村設計、
NTTファシリティーズ

監 理 者:三菱地所設計 施 工 者:大成建設東京支店



写真1 ホテルオークラ東京・本館(解体前)



写真2 外観写真

3 建築計画概要

高層棟のプレステージタワー(高さ約188m)は 約60m×56mの平面形状で、ホテルとオフィスを含 む複合用途の建物である。中層棟のヘリテージウイ ング(高さ約75m)は約26m×48mの平面形状で、 ホテルのみで構成されている。この2棟を一体とす る地下には複数の大宴会場と駐車場が配置されてお り、地表面はオークラ広場、オークラ庭園など緑豊 かな空間で覆われている。





4 構造計画概要

本建物の構造概要を表す構造架構パースを図4に 示す。高層棟は主にオフィス階となる部分にオイル ダンパーを設置した制振構造、中層棟はオイルダン

制振部材: オイルダンパー X方向: 32 台 Y方向: 48 台

X方向: 18台

-

パーと短辺方向であるX 方向に粘弾性摩擦ダン パーを配置した制振構造 とした。また、各棟とも に 頂部に ATMD を 設置 し ている。

以下では、高層棟客室 階のブレースチューブ架 構、構造切替階の鋳鋼接 合部、オークラロビーの 超高強度CFT柱、中層棟 の架構計画を述べる。



事務室

ų.

嚻

図3 5階平面図



図4 構造架構パース(主要構造部のみを示す)

5 ホテル客室階のブレースチューブ構造

高層棟のプレステージタワーはシンプルなガラス カーテンウォールで覆われた直方体であるため、上 部のホテル客室階は、図5に示すように外周に面して ロの字状に客室が配置され、コア部分との間は吹き 抜けのボイド空間となった。そこで、客室の内側と ボイドの境界である壁位置に多層を拘束するメガブ レースを配置した「ブレースチューブ構造」を採用し、 客室階全体の水平剛性を高めた(図6)。その結果、 外周部の柱は水平荷重の負担が小さく、断面が細く なり、客室のレイアウトや眺望などに配慮できた。

客室階の剛性を高めたことは固有モード形状にも 効果が現れており、ブレースチューブ構造を採用し た切替階以上の層において、変形が出にくくなって いることが分かる(図7、8)。また、L2地震時にお いても客室階の層間変形角は1/300程度に抑えるこ とができている。層間変形角を小さくできているこ とは約370室にも上る客室の高級仕上げ材や建具等 の損傷を軽減することにも貢献している。







多層を拘束するブレースの断面は□-600x450の組 立BOX材とし、引張強度は490~590N/mm²級鋼材、 柱材はBH-450x450の490N/mm²級鋼材とした。納ま りは大きな軸力を負担するブレース勝ちとし、大梁 端部をピン接合として付加曲げを生じさせないよう にした(写真3、図9)。

ブレースチューブにより客室階の剛性を高めるこ とで、相対的に下層のオフィス階の剛性が柔らかく なり、その部分のラーメン構造にオイルダンパーに よる減衰を付加することで、制振効果を高めること が可能となった。



写真4 オイルダンパー(オフィス階)

6 構造切替階の鋳鋼接合部

上部の客室階と下部のオフィス階の柱割が異なる ため、その間には2層にまたがる構造切替階を設け た。前節で述べたブレースチューブの脚部からオ フィス外周部の柱に軸力を流すため、平面的にも傾 斜を持った斜め柱を配置した。3次元的に複雑に柱 梁が集まる斜め柱端部の接合部は当初板組による方 法を考えていたが(写真5)、溶接は可能であるが超 音波探傷試験で探傷できない範囲が多く、接合部の 品質確保とトータルのコストを考慮し鋳鋼接合部を 採用し、無理のない軸力の連続性を確保した。

1か所約20tonの鋳鋼接合部(NCN520)の形状は FEM解析を用いて局所応力を低減するようにテー パー部の曲率を確認し、3Dプリンタ模型を用いて施 工計画の打ち合わせを行って最終決定に至った(図 11)。鋳鋼接合部に工場でブラケットを溶接し、鋳 鋼に対する現場溶接作業を無くすことで、より確実 な品質確保を実現した。



写真5 板組による接合部検討



図10 構造切替階 架構パース



図11 鋳鋼接合部のFEM解析モデル



写真6 構造造切替階の鋳鋼接合部

7 メインロビー再現のための柱

メインロビーを忠実に再現することは、計画当初 からの命題であった。本館では10階建ての5階に位 置していたロビーを41階建ての5階に再現すること になるが、4.3mの柱スパンおよび柱外形(800mm角) も本館の通りに指定されており、仕上げを除いた構 造柱の外形は600mm角に制限された(図12)。

5階位置での柱軸力は長期で約25,000kNとなるため、細径の柱には780N/mm²級鋼材とFc150のコンク リートを組み合わせた超高強度CFT柱を採用した。 600mm角で80mm板厚の柱(内法440mm)に高強 度Fc150のコンクリートを充填する作業は慎重を期 した。充填性を確保するため、周辺梁のレベル差を 無くしてダイアフラムの枚数を減らし、さらに柱中 間部は外ダイアフラム形式とすることで充填の障害 を取り除いた上で実物大の試験施工を行い、確実に 充填できることを確認して本施工に臨んだ。

また、780N/mm²級鋼材についても国内での適用 PJが少ないため、実物大の溶接試験施工を行い、予 熱・後熱の管理を徹底し、溶接欠陥を出さない配慮 を行った。



図12 ロビー柱を含む軸組図



写真7 600mm角の超高強度CFT柱(写真右) 写真左は1000mm角の一般のCFT柱



写真8 再現されたロビー(右手に超高強度CFT柱)

8 中層棟の制振架構

中層棟も高層棟と同じく、外周に面して客室が配 置されているが、ホテルのグレードは高層棟よりも 高く、高層棟にも増して外周の柱は客室面積の最大 化と眺望への配慮を求められた。

そこで、外周は柱径500角の柔らかなフレーム、 中央のコアを建物の芯となる剛なフレームとし、全 体としてやや柔らかい架構を構築し、コア部に配置 したオイルダンパーにエネルギー吸収を集中させる 計画とした。

この架構計画により、L2地震時においては地震エ ネルギーの大部分をオイルダンパーが吸収し、主要 構造部はほぼ弾性に抑えることができた(図14)。

中層棟は風洞実験の結果から、高層棟の間を抜け る風による風揺れが懸念された。そのため、ATMD に加え、短辺方向に粘弾性摩擦ダンパーを計画した。 粘弾性摩擦ダンパーは風揺れとごく小さな地震に対 し効力を発揮させるため、中・大地震時には早期に 摩擦が切れる仕様とした。







写真9 粘弾性摩擦ダンパー(左)とオイルダンパー(右)

9 ATMD加振による固有周期と減衰の実測

本建物では風揺れと地震時の後揺れの対策とし て、高層棟、中層棟の各棟の頂部にATMD(写真 10)を設置しており、竣工直前に性能確認試験を兼 ねて固有周期と減衰定数の実測を行った。

ATMDの容量は高層棟が重量25tonで振幅は両方向100cmとし、中層棟が重量18tonで振幅は短辺方向に40cm、長辺方向に20cmとして設定した。

実測された固有周期は高層棟X方向で3.29s、Y方 向で3.65s、中層棟X方向(短辺方向)で1.41s、Y方 向(長辺方向)で1.29sであった。どれも設計固有周



写真10 ATMD装置(高層棟)

表1 ATMD加振による固有周期と減衰実測値

宫屋庙	制振		制振			
同宿保	(オイルダンパー)		(ATMD+オイルダンパー)			
方向	固有周期 [s]	減衰定数 [%]	固有周期 [s]	減衰定数 [%]	(ATMD付加減衰量) [%]	
Х	3.29	1.8	3.29	3.5	(1.7)	
Υ	3.65	1.9	3.65	4.8	(2.9)	
θ	2.65	1.4	2.65	2.2	(0.8)	
		制振		制振		
	制	振		制振		
中層棟	制 (オイルダン	振 パー+VEM)	(AT	制振 MD+オイルダンパ-	- + VEM)	
中層棟 方向	制 (オイルダン 固有周期 [s]	振 パー+VEM) 減衰定数 [%]	(AT) 固有周期 [s]	制振 MD+オイルダンパ- 減衰定数 [%]	- + VEM) (ATMD付加減衰量) [%]	
中層棟 方向 X	制 (オイルダン 固有周期 [s] 1.41	振 パー + VEM) 減衰定数 [%] 3.8	(ATI 固有周期 [s] 1.41	制振 MD+オイルダンパ- 減衰定数 [%] 13.0	- + VEM) (ATMD付加減衰量) [%] (9.2)	
中層棟 方向 X Y	制 (オイルダン 固有周期 [s] 1.41 1.29	振 パー+VEM) 減衰定数 [%] 3.8 6.0	(ATI 固有周期 [s] 1.41 1.29	制振 MD+オイルダンパ- 減衰定数 [%] 13.0 16.0	-+VEM) (ATMD付加減衰量) [%] (9.2) (10.0)	



期より短く、固めに評価された。これは実情の荷重 が設計時荷重よりも小さいことによる重量減と、外 装材による剛性付加が主要因と考えている。

減衰定数は加振が微小振幅であるために小さく評価され、地震時の減衰定数値とは異なるが、ATMD を除いた制振部材(オイルダンパー、粘弾性摩擦ダンパー)の効果により、高層棟X方向で1.8%、Y方向で1.9%、中層棟X方向(短辺方向)で3.8%、Y方向(長辺方向)で6.0%であった。

ATMDを動作させて付加減衰を計測し、建築学会の居住性能評価基準曲線にプロットしたのが図15である。居住性能の目標値として設定していたH-30を 十分に満足していることが確認できた。

10 まとめ

複合用途を上下に重ねた建築計画に対し、それら を生かす構造計画と実際の施工に先立つ試験施工や 様々な検討をもって、グレードの高い耐震性能の実 現とメインロビーの再現というThe Okura Tokyoの伝 統継承行為に寄与できた。

謝辞 本計画は2004年から改修の検討が始ま り、建て替え計画に移行し、2015年8月の本館閉館 を経て2019年9月のグランドオープンに至る長いプ ロジェクトでした。その間、建築主のホテルオーク ラ様をはじめ、数多くの関係者の皆様に多大なご理 解ご協力を賜りました。この場を借りて心より御礼 申し上げます。