

西川孝夫 協会前会長、首都大学東京名誉教授



西川孝夫氏は平成12年(2000)に資格制度委員長、平成16年、協会副会長になられ、その後、会長に就任され、平成25年(2013)まで、永年にわたり、免震・制振構造の普及推進に尽力され、日本免震構造協会の活動と発展に貢献されました。その功績は極めて顕著であり、ここに、功労賞を贈ることになりました。

主な経歴

- 昭和52年(1977) 東京都立大学工学部建築工学科 助教授
- 昭和57年(1982) BCJ低層コンクリート委員会 委員(八千代台住宅の審査)
- 昭和61年(1986) 東京都立大学工学部教授
- 平成12年(2000) 協会資格制度委員長
- 平成15年(2003) 協会10周年記念事業委員長
- 平成16年(2004) 協会理事
- 平成18年(2006) 協会会長

主な功績

平成12年(2000)資格制度委員会委員長として、免震部建築施工管理技術者制度が進展するよう試験部会・審査部会を発足させ、その後、免震建物点検技術者制度も推進され、現在では免震部建築施工管理技術者4,200名、免震建物点検技術者1,900名が誕生しています。資格制度事業に多大に注力されました。平成15年(2003)協会10周年記念事業では、委員長を務め、記念調査部会・広報部会・記念フォーラム部会を設け、「アジアにおける免震・制振建築の役割と期待」、国際アイデアコンペ「21世紀の構造システム」等を実施されました。

会長になられてからは、平成20年(2008)協会15周年記念事業を統括され、記念事業委員会を設置、調査研究部会・市民イベント部会・国際シンポジウム部

会・コンペ部会・広報部会などが活動し、「持続的社会のための地震応答制御建築物に関する国際シンポジウム」が開催され、研究助成制度と優秀修士論文賞制度の創設に尽力されました。平成25年(2013)協会20周年記念事業を統括され、記念事業委員会を設置、広報部会・イベント部会・国際会議部会が活動し、特に、第13回世界免震制振会議を復興の一助として仙台市内で会の開催を決定され、海外からの参加者との交流を推進されました。

平成23年(2011)東日本大震災が大災害が発生しました。氏はいち早く協会に「応答制御建築物調査委員会」を立ち上げ、「東北地方太平洋沖地震における応答制御建築物調査報告」を行いました。このほか、同年、原子力施設に免震構造の適用を推進すべく「原子力関係施設免震構造委員会」を発足させました。

技術委員会・普及委員会などの常設委員会などにも注力され、幅広く委員会活動を推進されました。氏は温和で、人脈も広く、上記事業の推進に熱心に取り組み、協会活動の進展に大きく貢献されました。



平成18年(2006)更新講習講義中



平成21年(2009)賀詞交歓会後事務局と

既存超高層建物に適用可能な 大地震対応超大型 TMD の開発

鹿島建設株式会社：栗野治彦、黒川泰嗣、瀧 正哉、狩野直樹、中井 武



屋上 TMD 設置後の建物外観（撮影：鹿島建設）

概要

2011 年の東北地方太平洋沖地震の際、都心部の超高層建物がゆっくりと長時間揺れ続ける現象が観測され、建物安全性向上のみならず居住者の安心感醸成の観点からも、既存超高層建物の長周期地震動対策が重要課題として認識された。既存超高層建物の制震改修構法としては、層間にダンパを追加する方法が一般的であるが、一般居室階に工事が発生するため、テナントの退去、貸室面積の減少、眺望が損なわれるなどの問題点がある。そこで、大地震に対応可能な超大型 TMD (Tuned Mass Damper) を開発し、築 40 年、高さ 225m の既存超高層建物（新宿三井ビルディング）に適用し、テナントに与える影響を最小限に留めた制震改修を実現した。

選評

長周期地震動に対して超高層建物の共振的振動を抑制するには、制振装置等による減衰付加が効果的であるが、既存建物に設置する場合、テナント退去、アスベスト対策および執務空間への影響等の課題が多い。

本技術は、「建物居住者に影響を与えない制振改修」を実現するために、屋上に超大型の同調質量ダンパ (TMD) を設置したものである。この技術は、国内で初めて実用化された大地震対応型 TMD であり、①錘、②錘を支持するワイヤ、③錘外周に放射状に配置された水平オイルダンパ 4 基、④上下動時の錘の浮き上がり防止する鉛直オイルダンパ 4 基、および⑤鉄骨架構、で構成されている。開発にあたっての課題は、①巨大な錘の支持方法、②ストロークの制御方法の 2 点である。以上の課題は、①周期調整が容易で 2 方向制御が可能となるワイヤ懸垂式 TMD の開発、②錘のストロークを制御する速度制限機構付オイルダンパの開発、により解決された。このダンパは、錘の速度が設定値に達すると自動的に減衰係数を増大させる機構を有し、外部電源なしで効果的かつ安定的に錘の変位を制御する。

本技術は、1974 年に竣工した地上 55 階建ての超高層建築物に適用され、実大 TMD の性能確認試験およびシミュレーション等により、長周期地震動に対する制振効果の有効性が確認されている。この TMD は一基あたり 300 トンの錘を 6 基組合せたもので、世界的にも類のない大規模なものである。今後、発生が予測される南海トラフ地震等の長周期地震動対策として、極めて優れた日本独自の技術と評価し技術賞に値すると判断した。

(森高英夫)

システム及び特記事項

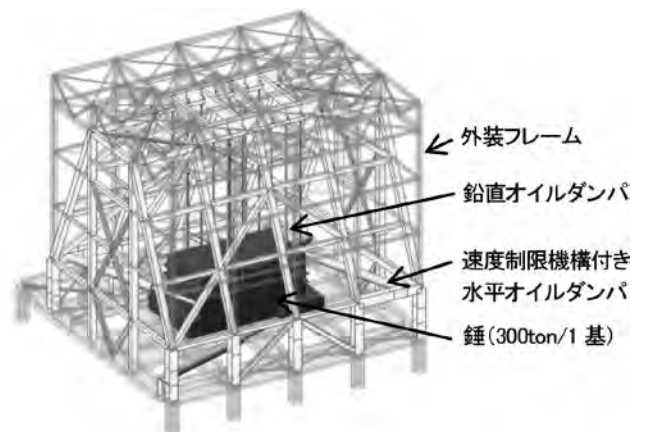
TMD は建物頂部に設置するだけで良いため、既存建物の制震改修には魅力的なシステムであるが、これまで実用化された TMD のほとんどは風揺れや小地震対応に限定されていた。超高層建物の大地震対応とするためには千トン規模の錘を数メートル動かす必要があり、支持方法や制御用のオイルダンパなどの技術的な課題があった。

本開発では、鋼ワイヤによる吊り構造を採用することで、TMD1 基あたり 300ton の錘を 2 方向に ± 2m の振幅で安定的に支持することを可能とした。また、速度制限機構を内蔵したオイルダンパを新規開発することにより、制震効果を保ちつつ変位を合理的に制御可能となり、大地震対応の TMD を実現した。本システムの動特性は工事に先立って実施された実大の性能確認実験により確認されている。

本 TMD を、高さ 225m の新宿三井ビルディングの屋上に合計 6 基 (合計 1800ton の錘) 設置することで、長周期地震動による揺れ (振幅) を概ね半減することを可能とした。工事は主に夜間、屋上およびその直下階で行われ、入居者の執務に支障をきたすことなく無事完工した。入居者が居ながらにして、様々な揺れに対するバリュアアップが可能な本技術は、今後のストック型社会における安全・安心性能の向上に非常に有効である。



TMD 内観（撮影：鹿島建設）



TMD (1 ユニット) の概要図

巨大地震に対応する 接続型スイッチダンパーの開発

安田拓矢：株式会社安井建築設計事務所
 露木保男：カヤバシステムマシナリー株式会社
 村尾秀己：THK 株式会社
 青木賢治：半田市役所
 福和伸夫：名古屋大学



半田市新庁舎（撮影：(株)センターフォト）

概要

早期の発生が懸念される南海トラフ地震では、過去の想定を上回る地震規模となる可能性が指摘されている。この地震による地震動を免震構造が受けた場合、免震層に想定を超える変形が生じることは否定できない。想定を上回る巨大地震動時においても免震層の過大変形を制御するしくみの必要性が高まっている。

免震構造の過大変形の制御手法として、免震層の減衰を高めることが効果的である。一方、過大な減衰を導入すると、告示レベルの地震動に対し、上部構造の応答増大が懸念される。このような問題に対処するには、変形に応じて減衰を可変にする方法が有効である。ここでは、設計工期の制約と信頼性確保の観点から、既存の免震装置を活用する方法を考案した。すなわち、一般の免震オイルダンパーに、設定した変形でロックされる非電気的なスイッチ機構を接続し、巨大地震動時のみ高い減衰を付加する『接続型スイッチダンパー』を開発した。当該装置の設置により、告示レベルでの上部構造の応答を増大させることなく、巨大地震時に免震層の過大変形を制御する免震構造が可能となる。また付加コストも比較的小さく抑えられる。1944年東南海地震で甚大な被害を受けた飛行機工場跡地に立地し、南海トラフ地震時に告示レベルを上回る地震動が懸念される愛知県半田市の新市庁舎に、『接続型スイッチダンパー』を初めて採用した。

選評

南海トラフ地震など、これまで想定していなかった大きな地震波への対応が建築物に求められる時代になった。既存建築物においても、免震層間で構造体が衝突するなどの事態を予防するニーズは、早晚高まっていくだろう。こうした流動的な情勢のなかで、既に多くの技術者が多様な技術の研究開発に取り組んでいる。減衰性能の切り替えで大小の揺れを制御するダンパーや、構造体の衝突時の衝撃を抑制する仕組みなどが、それに当たる。

この接続型スイッチダンパーは、ダンパーによる揺れの制御としてはローテクの極みともいえる手法で、新たな選択肢を提示した。単純明快なメカニズムであり、電気なしで作動する点、特別なメンテナンスが要らない点も、所有者には安心材料となる。

普段は眠っているダンパーがあるということは無駄と見方もあろうが、そもそも巨大地震への備えとは、ある程度のオーバーデザインを覚悟すること、ともいえる。

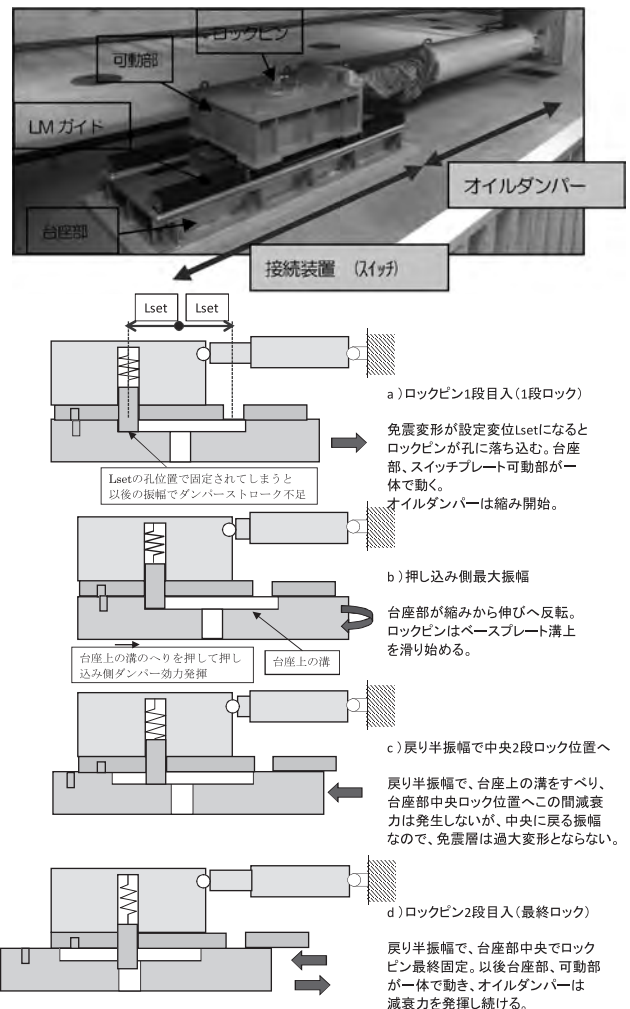
設計者が着想に関わって、特定の建築物への実装を前提に短期間で開発した点も、通常の開発とは少々異なっており、設計者のこうした挑戦的な姿勢は貴重である。

（真部保良）

システム及び特記事項

接続型スイッチダンパーは、非電気的なスイッチ機構である『接続装置』を一般のオイルダンパーに取り付けて構成する。

『接続装置』は、ダンパーに接続する『可動部』と、下部躯体に緊結する『台座部』で構成され、両者をLMガイドで結合している。告示レベルの地震時までは、ダンパーは減衰力を発揮しない。『可動部』には皿バネで下方方向に押し付けられたロックピンを備えており、巨大地震動により免震層が大きく変形すると、設定変位(Lset)に設けた台座側の孔にロックピンが落ちこみ、可動部の水平変位をロックする。これにより、免震層が設定変位(Lset)を超えるとダンパーが効き、減衰を付加するシンプルな機構である。孔の位置を変えれば、ロック変位を自由に設定でき、汎用性も高い。新築だけでなく、長周期地震動等により新たに対策が必要となった既存免震建築物への適用も有効であると考えている。



接続型スイッチダンパー（撮影：安井建築設計事務所）とロック機構図



建物外観（撮影：宮原俊文）

建築概要

建設地：大阪市北区梅田3丁目1-3
 建築主：西日本旅客鉄道(株)、大阪ターミナルビル(株)
 設計：西日本旅客鉄道(株)、ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)
 施工：大阪駅改良他工事特定建設工事共同企業体
 建築面積：56,753.71m² 延床面積224,135.94m²
 階数：地上28階、地下3階 高さ：153.05m
 構造種別：鉄骨造（大屋根部分）

選評

毎日多数の人々が行き交う駅と、東西に敷設されている鉄道を挟む形で南北に配置された施設群を含む新しい街「大阪ステーションシティ」の象徴として、「大阪駅大屋根」はかむことなく存在している。駅施設全体を覆うことにより、駅施設としての利便性を高めるだけでなく、新たなコミュニケーションの場を提供している。

この「大阪駅大屋根」は駅南側に位置する「サウスゲートビルディング：SGB」と北側に位置する「ノースゲートビルディング：NGB」を結ぶ重要な駅施設として、「大阪ステーションシティ」の中心的役割を担っており、行き交う人々の安全性だけでなく、通過する電車の安全性についても確保する工夫がなされている。すなわち、大屋根を支持する構造物への水平力の影響の軽減、ならびに大屋根自体の安全性を高める工夫が積極的になされている。SGB側は剛性の小さな東西架構には滑り支承で支持させ大屋根の水平力を負担させず、剛性・耐力の大きなNGB側に積層ゴムを介して大屋根の水平力を負担させている。さらに、NGB側には鋼棒ダンパーを設置し減衰力を付与することにより、NGB側へ働く水平力を可能な限り低減している。

このように大屋根を大胆に免震構造化することにより、確かな安全性を保有するダイナミックな大屋根の空間構成を創出しており、免震構造協会賞・作品賞にふさわしい作品と評価できる。（細澤 治）

建築主：西日本旅客鉄道(株)：前田 満、尼崎 隆
 大阪ターミナルビル(株)
 設計者：西日本旅客鉄道(株)、ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)
 設計協力) (株)大林組：西村勝尚、新居 努、北山宏貴
 施工者：大阪駅改良他工事特定建設工事共同企業体

免震化した経緯及び企画設計等

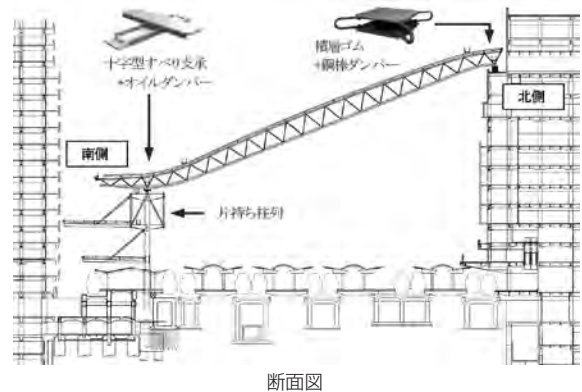
大屋根は北側を超高層ビルで、南側を駅のプラットフォームに構築した1列の片持ち柱群で支持している。振動性状が異なる2つの架構に架ける大空間構造であり、かつ重要な駅施設の上空であることを考慮し、支持架構及び大屋根の地震力低減を目的に、免震構造を採用した。

免震構造の採用により、大屋根の部材断面を小さくし、明るさ・開放感のある空間を創出している。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

支持架構の剛性・耐力が小さい南側はすべり支承と大屋根のねじれ防止用のオイルダンパーのみとし、北側は積層ゴムと鋼棒ダンパーで水平力を負担する形式として、架構に合わせたデバイスを選定した。

直下での列車運行と旅客公衆の安全に配慮し、線路上空でのスライド工法が可能なワンウェイトラスとした。またスライド工事時の仮固定時にも免震構造を成立させ、施工時においても高い安全性を確保した。



断面図



建物外観2（撮影：藪内正直）



建物外観（撮影：藤井 浩司（ナカサアンドパートナーズ））

建築概要

建設地：東京都中央区日本橋一丁目19番1号
 建築主：三菱倉庫株式会社
 設計：株式会社 三菱地所設計
 株式会社 竹中工務店
 施工：株式会社 竹中工務店
 建築面積：2,518.00m² 延床面積 30,029.44m²
 階数：地上18階、地下1階 高さ：89.9m
 構造種別：SRC、RC、S造

選評

昭和初期の日本の物流の要所であった日本橋川に沿った三菱倉庫江戸橋ビルの再開発である。旧江戸橋ビルは船体を連想させる曲線を用いた特徴的な外観を持ち、表現派風建築の代表的作品として東京都選定歴史的建造物の選定を受けている。この建物の特徴は、その既存建物の外観を維持しながらその上部に中間層免震を介して新築の建物を建てたことにある。

既存の外壁保存と言えれば外周の1フレームのみを残し、エキスパンションジョイントを介して新築建物と接合する方法が一般的であるが、この建物では保存部分の施工時の構造的自立を確保するように既存保存部分を大きくとり、その既存部と新築部を構造的に一体化してエキスパンションジョイント無しの計画に挑戦している。また、中間層免震を介して上部の新築部を下部の既存部の上に最大11.1mはね出す形式の架構は非常に斬新であり、下部保存部の荷重増の防止という観点からも合理的なアイデアである。また、この中間層免震の採用により建物上部は勿論の事、建物下部の地震力の低減も行い、建物下部における既存部と新築部の一体化の計画を実現している。

歴史的建造物と新築建物の共生の一つの新しい形式であり、事業性も確保して合理的な架構として免震構造協会賞・作品賞にふさわしいと評価できる。

（丑場英温）

免震化した経緯及び企画設計等

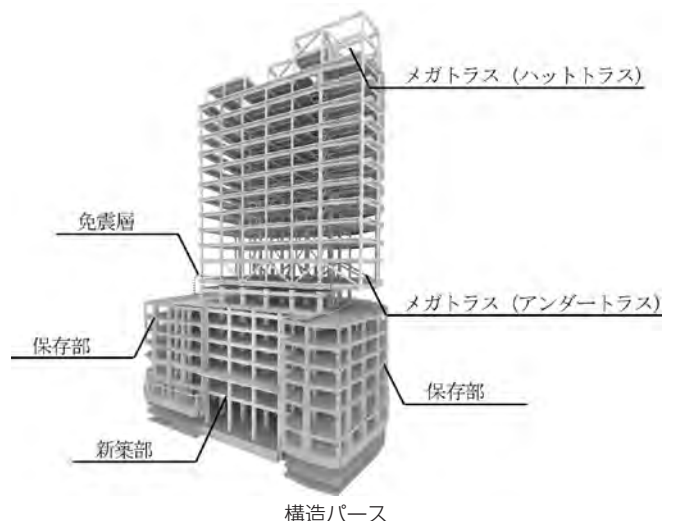
日本橋ダイヤビルディングは、三菱倉庫江戸橋倉庫ビルの再開発計画で、既存建物（昭和5年竣工）は、「東京都選定歴史的建造物」に選定（平成19年3月）されており、この地の特徴的な景観要素となっている。本計画の開発手法として特定街区により容積割増を受けており、「既存建物と超高層建物の共存、共生」をテーマとしている建築物である。建築主要望として「既存建物を広範囲に保存すること」と「事業収益を確保するために、高さ制限を受けながらも、必要延床面積を確保すること」が挙げられ、中間層免震を採用することで課題解決を行った。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

上部構造においては、高さ制限範囲内（90m未満）にて必要なテナントオフィススペースを確保するため、既存建物が保存された空間上部に、メガトラス架構によって新築部から支持されたオフィス空間を設ける必要があった。下部構造においては、新築部と既存保存部を一体化することでEXP.Jを無くし、建築計画上の制約を低減する必要があった。これに対し、中間層免震にて地震時応答を低減しながら一体化することにより【既存建物と一体化した中間層免震超高層オフィスビル】を実現した。



建物内観（撮影：藤井 浩司（ナカサアンドパートナーズ））



静岡県草薙総合運動場体育館 このはなアリーナ



建物外観（撮影：内藤廣建築設計事務所）

建築概要

建設地：静岡県静岡市駿河区栗原 19-1
 建築主：静岡県知事 川勝平太
 設計：意匠設計 内藤廣建築設計事務所、構造設計 KAP + 桜設計集団
 施工：鹿島・木内・鈴与特定建設工事共同企業体
 建築面積：9701.44m² 延床面積 13509.33m²
 階数：地上2階、地下1階 高さ：28m
 構造種別：RC（一部現場打ちPC）造+木造+鉄骨造+免震

選評

「このはなアリーナ」という名称に興味を惹かれつつ現地を訪れた。富士山の噴火を鎮めるために富士山本宮浅間大社に祀られたとされる木花咲耶姫（このはなさくやひめ）にちなんで名付けられたという。

建物外観は、敷地近くにある登呂遺跡の竪穴式住居を思い出させる。地元の名木「天竜杉」の集成材による柱256本を等間隔に並べた急傾斜の『下屋根』の上部に、鉄骨トラス構造の大スパン切妻屋根（『上屋根』）が載っている。美しい内部空間を創り出している「天竜杉」の列柱がこの建物に要求される通常の1.5倍の地震力に無難く耐えるよう、免震構造が採用されている。

『下屋根』の頂部と脚部には、それぞれ、鋼管のスチールリングとプレストレスを導入したRC水平リングが設けられ、ゆがみやすい杉列柱の形状を保持するとともに上部構造からの水平力を免震層にスムーズに伝達している。

RC水平リングの下側には、「天竜杉」の型枠で打ち込まれた32本のRC柱、そして1柱当り2機の積層ゴム（降伏強度の高い錫プラグ入りと天然ゴム）が配置され、この建物が木造の大空間構造としては前例の少ない免震構造であることを観客が容易に認識できる工夫がされている。

古代への憧憬と最新の建築技術の力を備え持つ、スポーツの場にふさわしい建築空間の創造に成功したものと高く評価できる。

（安達 洋）

建築主：静岡県知事 川勝平太

設計者：内藤廣建築設計事務所 内藤廣、KAP 岡村仁、桐野康則

施工者：鹿島建設 箕浦達也（現 鹿島建物総合管理）

免震化した経緯及び企画設計等

東日本大震災の直前2010年末にプロポーザルコンペが行われ、鉄骨大屋根を木造と鉄骨造のハイブリッド構造で支えるという本建物の提案が選定された。コストが厳しいこともあり設計当初は免震を想定していなかったが、地域係数1.2、用途係数1.25という大きな地震力に対して安心して木を使うために免震構造へと方針転換し、今までにない木造大空間を実現した。

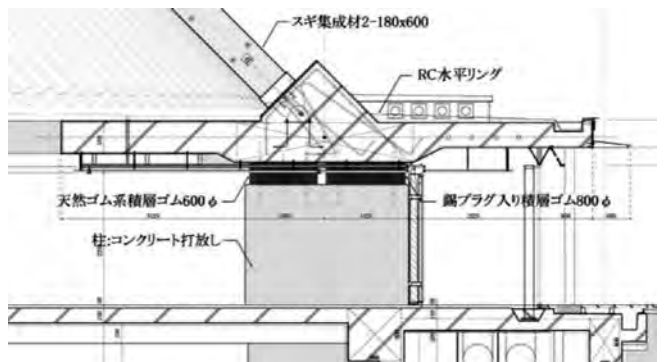
技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

コストを考慮して柱頭免震（屋根免震）を採用した。免震装置の上に水平リングと呼ぶRCスラブを配置して上部構造の基壇とし、ポストテンション工法によるプレストレスを導入して屋根のスラストに抵抗した。水平リングはそれ以外にも木材に火災が届かないようにする機能を持っている。

水平リングがねじれないようにRC柱上に免震装置を2基ずつ配置した。免震装置の耐火被覆材を現しで見せ、免震構造であることを積極的に表現した。詳細な振動解析の結果から内側の免震装置は天然ゴム系積層ゴム支承とし、外側の免震装置はトリガー荷重を高めるために降伏耐力の高い錫プラグ入り積層ゴム支承とした。



建物内観（撮影：内藤廣建築設計事務所）



免震層断面図

設計者：大成建設株式会社一級建築士事務所 大畑克三 岩井昭夫
株式会社NTTファシリティーズ一級建築士事務所
牛垣和正 松本泰樹 中川明徳



建物外観（北面景観）（撮影：フォワードストローク）

建築概要

建設地：東京都港区港南 1-2-70
 建築主：東京都下水道局、エヌ・ティ・ティ都市開発株式会社、大成建設株式会社、ヒューリック株式会社、東京都市開発株式会社
 設計：株式会社NTTファシリティーズ一級建築士事務所、大成建設株式会社一級建築士事務所、NTT都市開発株式会社一級建築士事務所、日本水工設計株式会社一級建築士事務所
 施工：大成建設株式会社 東京支店
 建築面積：9,128.39m² 延床面積 206,025.07m²
 階数：地上32階、地下1階 高さ：151.27m
 構造種別：鉄骨造

選評

本作品の大きな意義は、「建築と土木の一体的な構築」という、都市機能更新の新しい方法を、免震構造の特性をいかにしながら実現している点にある。

本計画は、東京都下水道局が所有する芝浦水再生センターの水道施設の再構築に合わせ、地下の下水道施設の上部に、高機能オフィスを主体とする超高層複合ビルを建設するものである。

建築と土木を一体的に設計することは、双方で異なる規準の把握から始まり、多くの課題を解決する高い技術力が無くしては成し得なかったものである。地上の建築物と地下の土木構築物の間に免震層を配し、地震時の地下への応答を軽減させる、という設計方法は明快である。

また超高層タワーの北側足元に、下水道施設を人工地盤として利用して形成された緑地空間の、大きさ、広がり、は圧巻である。今後急速な発展の見込まれる品川駅の直近に、ここまで大きさの都市空間が形成された事は、将来大きな意味を持ちうる可能性を感じさせるものである。ただ、その広大さに対して、緑量の少ないやや淡泊なデザインゆえか、潤いにかけるパブリックスペースとなっている点は、都市デザインの視点で惜まれる所であった。

（篠崎 淳）

免震化した経緯及び企画設計等

本建物は、東京都下水道局が所有する芝浦水再生センターの有効利用を目的として建設された建物であり、地下に整備する下水道施設の再構築に併せて、環境配慮・景観形成・周辺ネットワーク構築等のまちづくりの要請や地域貢献の課題に対して、合築手法による複合ビルを建設した官民連携プロジェクトである。本建物を免震化したことにより、ロングスパン架構でありながら有効階高を確保でき、地下の恒久的な下水道施設に過度な地震力負担を与えないことを可能とした。また、地中の下水道施設と地上の民間複合ビルとの間に免震層を配置することにより、土木と建築の用途を明快に分離する計画としている。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

土木と建築の両面を持つ施設であるため、既存の埋設設備への影響評価（周辺地盤の沈下予測）、地下下水道施設の水量変動による構造健全性の評価、余震等複数回にわたる地震を受けた免震装置（鉛プラグ入り積層ゴム支承）の剛性低下に対する建物安全性の評価などを実施し、既存周辺施設も含む本計画の成立性を確認した。また、オイルダンパーのアンカーボルト、EXP.J部力バープレートなどは、東日本大震災時の経験を反映させたディテールを採用している。



建物外観（南面エントランス）（撮影：フォワードストローク）



建物外観（南面）
（撮影：フォワードストローク）



地下施設内観
（撮影：エスエス東京）

普及賞

■受賞者と受賞理由

□通天閣における既存鉄塔建造物の免震改修工事の実施

受賞者：通天閣観光株式会社
株式会社竹中工務店

大阪市民に広く愛されているシンボルタワーであり、60年を迎える通天閣を居ながら免震構造とするレトロフィットプロジェクトである。公道上の特殊建造物であるため様々な苦勞を乗り越えて行われ、免震層を新設するための脚部での切断とスラストの処理などが全て居ながらに行われた。完成後は公道上からは復元した天井画と同時に4基の1000kNダンパーが間近に見える。年間100万人を超えるという来場者に対し、免制震技術によってタワーが護られていることがアピールされている点も、普及賞に相応しいと考え、これを授与するものである。

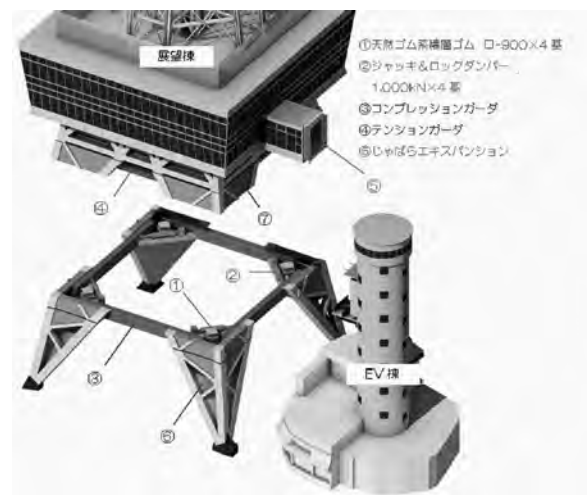
(川口健一)



建物外観



現代通天閣天井画



免震改修概要