

応募者：株式会社竹中工務店 麻生直木、中根一臣、小倉史崇
 オイレス工業株式会社 西野允雅



TOSシステム せん断引張試験状況（撮影：オイレス工業株式会社）

概要

免震建物に対するニーズの高まりから、塔状比の大きい建物においても免震化されるケースが増えている。その場合、地震時に生じる転倒モーメントの増加から免震装置に過大な引張力が発生し、免震建物の計画における課題となってきた。この解決方法として、引張力を緩和する引抜き対応工法が着目されており、これまでも幾例かの開発がなされ、実用化されている。

今回開発した新たな引抜き対応工法「TOSシステム」は、免震装置のフランジプレートに特殊な加工を施す必要がなく、フランジプレートやフーチングサイズを最小限のサイズに抑えるコンパクトなシステムの実現を目標として開発を進めた。開発にあたっては、「TOSシステム」を設けた実大の積層ゴムに対して、鉛直方向及び水平動に対する性能を実験により確認し、2件の実施プロジェクトに適用した。今後も、高さ100m超の超高層プロジェクトへの適用を計画している。

選評

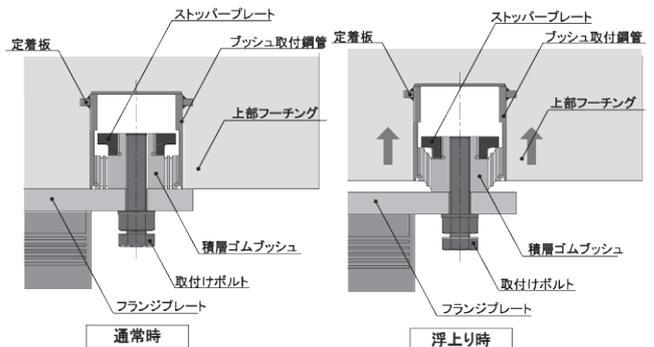
積層ゴム支承は水平方向に柔らかく、鉛直方向に高い圧縮剛性・耐力を有する理想的な免震支承であるが、引張剛性・耐力の低さが弱点であり、構造設計者は積層ゴム支承部の浮き上がりを防ぐべく構造計画上の工夫を重ねてきた。しかし、塔状比の高い建物や隅柱部では転倒モーメントや常時荷重の不足により、柱脚の浮き上がりを防ぐことが困難な場合がある。実際には支承部が部分的に浮き上がっても建物全体の重心が上がるため、建物が倒壊に至る危険性はほとんど無い場合が多い。本技術開発では支承アンカー部に引抜き力に対応して変形する特殊なブッシュ付き金物を装着することで、積層ゴムの引張力を一定以下に制御しながら浮き上りに追従させるものである。同様の技術は過去にも皿ばねを用いた方法等が和田らにより実用化されているが、座ぐりを伴う特殊なベースプレートを用いる必要があった。本研究は緻密なディテールの造りこみと丁寧な検証実験を通じ、通常仕様のベースプレートのままで浮き上がりに対応した積層ゴム支承定着システムを実現した点で有意義なものと判断される。（竹内 徹）

システム及び特記事項

「TOSシステム」は、免震装置上部のコンクリート躯体に設けた「積層ゴムブッシュ」と免震装置の上部フランジプレートをボルトにより接合するシンプルな構成としている。「積層ゴムブッシュ」は、円筒状のゴムと鋼板を積層した機構であり、引張力が生じた際には、円筒状の積層ゴムがせん断変形することで免震装置に生じる引張力の低減を可能としている。また、「積層ゴムブッシュ」を免震装置上部のコンクリート躯体内に設けたことで、免震装置のせん断変形時においても、浮上り機構である「積層ゴムブッシュ」と免震装置が干渉しないため、フランジプレートやフーチングの大きさが通常の接合方法と変わらないコンパクトな引抜き対応工法を実現している。

TOSシステムの引張剛性は、積層ゴムの引張剛性と積層ゴムブッシュの引張剛性の直列バネとして評価することができ、引張剛性は積層ゴムの圧縮剛性に対して約1/400まで低減することができる。

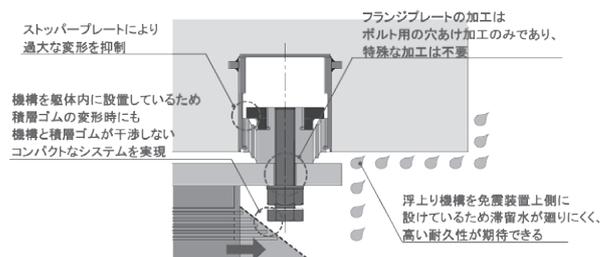
開発に当たっては各種の性能確認試験を実施しており、システム全体が引張変形に対して円滑に動作し、理論値が精度良く評価されていることを確認した。また、TOSシステムを設け、かつ引張変位が生じた状態においても、通常の積層ゴムの水平特性と同等の性状であることを確認している。



TOSシステムの浮上りメカニズム



積層ゴムブッシュ（撮影：オイレス工業株式会社）



TOSシステムの特徴

建築主：日本放送協会
 設計者：株式会社山下設計 塩手博道、松澤祐介
 施工者：株式会社大林組 高橋賢一



建物外観（撮影：川澄・小林研二写真事務所）

建築概要

建設地：仙台市青葉区本町2丁目20番他
 建築主：日本放送協会
 設計：株式会社山下設計
 施工：大林組・橋本店特定建設工事共同企業体
 建築面積：3,834.67㎡ 延床面積：23,630.05㎡
 階数：地上7階、地下1階 高さ：40.18m
 (99.78m 鉄塔含む)
 構造種別：S造（一部SRC造）

選評

免震機構を活用しながら、意匠と構造を高いレベルで融合した魅力的な建築である。“杜の都” 仙台のシンボルである定禅寺通と錦町公園に隣接し、その立地にふさわしい外観と人を呼び込むしつらえによって、街に開かれた放送拠点を実現した。

視聴者に公開するゾーンは全面ガラス張りとして開かれた空間を演出する一方、番組の制作などを行う執務室は市松模様の耐震格子パネルで覆い、その対比が建築に彩りを添えている。市松模様の耐震格子パネルは、免震機構の効果を高め、大きな柱割りを実現するのに貢献しており、この建築における意匠と構造の融合を象徴する存在となっている。

さらに、大地震時でも放送機能を継続できる施設づくりに向け、受発注者が話し合いを通じて応答加速度や応答層間変形角などの制限値を設定し、その目標を達成すべく構造設計を進めたプロセスそのものも評価したい。東日本大震災を踏まえた災害に強い放送拠点づくりと、街なかのにぎわい拠点づくりを見事に両立させている。
 (畠中 克弘)

免震化した経緯及び企画設計等

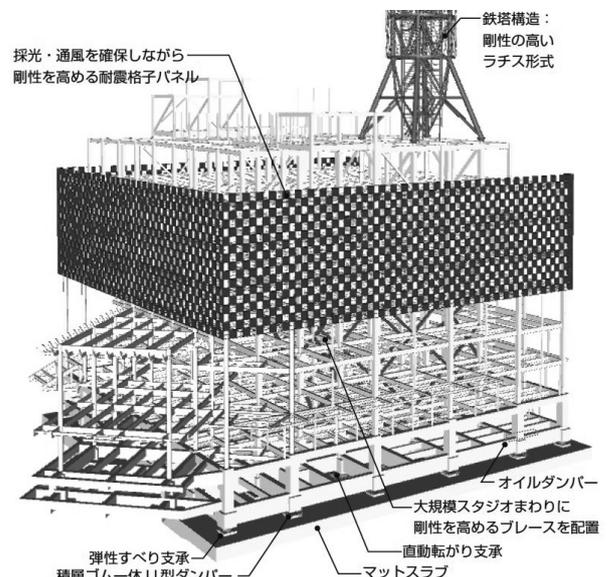
旧会館は、東日本大震災で衛星中継室のある塔屋が一部被災しながらも頻発する余震の中で放送を継続した。NHKはこの経験を踏まえ、基本コンセプトの一つとして「大きな地震でも放送が継続できる建物構造とインフラ機能を整備した放送局を目指す」を掲げた。発注仕様は免震構造を採用し、レベル2地震動クライテリアとして、本体・鉄塔とも層間変形角 1/200 以下・短期許容応力度以下、免震装置は性能保証変形以下とした。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

放送機器転倒防止やスタジオ照明等の落下防止を図るため応答加速度 250gal 程度以下とし、鉄塔のせん断変形成分を 1/200 以下とすることでアンテナ固定ボルト等の損傷を防止することとした。建物上部に設置した頂部 99.78m となる鉄塔の大地震時応答変位を抑制するため、免震層の長周期化を図った（周期 6 秒程度）。また、本体部分を一般的な層間変形角 1/300 程度の剛性とした場合に対し、より硬くすることで高次モードの影響を抑制し、応答変形角を目標に納めた。本体の剛性向上の具体的方法として大型スタジオ周り（1～3 階）へブレースを配置し、4～6 階建物外周に耐震要素と外装下地を兼ねた耐震格子パネルを設け外観の特徴とした。



耐震格子パネル（事務室内観、撮影：川澄・小林研二写真事務所）



応答加速度や鉄塔応答変位抑制を実現する構造計画概要

建築主：YKK 不動産株式会社 吉田忠裕
 設計者：株式会社日建設 原田公明、田原一徳
 施工者：鹿島建設株式会社 高橋 亘、兒玉哲志



建物外観（撮影：Rainer Viertlböck）

建築概要

建設地：東京都千代田区神田和泉町1
 建築主：YKK 不動産株式会社
 設計：株式会社日建設
 施工：鹿島・戸田・大和ハウス工業建設共同企業体
 建築面積：2,059.63㎡ 延床面積 22,574.44㎡
 階数：地上10階、地下2階 高さ：39.95m
 構造種別：地下 SRC造、鉄骨造
 地上 SRC造、CFT造、鉄骨造

選評

本建物はYKKの本社ビルであり、BCPの観点より大地震時に無被害にとどめる高い耐震性を確保することが求められた。L字型の敷地形状で、40mの高さ制限があることから、地下2階、地上10階の免震構造が選択された。上部構造はCFT柱とテーパを持たせたSRC大梁、スラブ厚さ300mmでスパン9.84mの小梁のない一方向ハーフPCフラットスラブを採用することで、3,850mmの限られた階高であるにも関わらず、最大天井高2,800mmを実現している。大梁間の天井懐内を天井放射冷暖房に活用し、かつ、この空間に火災時の防煙の役割を持たせることで、大梁自身が防煙垂壁を兼ねることが可能となり、意匠的にもすっきりした天井面の構成に成功している。免震層空間には外気を取り入れて、クールヒートトレンチとして地中熱利用を図り、結果的に免震層のカビ防止としても機能している。意匠、構造、設備、施工が見事に融合した免震建物である。

当初設置が見送られた構造ヘルスマニタリングシステムが、施工途中に社員から安全性を確認したい、との要望で設置されることになった点も評価したい。BCPをより着実なものにするモニタリングシステムのさらなる普及への貢献も期待したい。（三田 彰）

免震化した経緯及び企画設計等

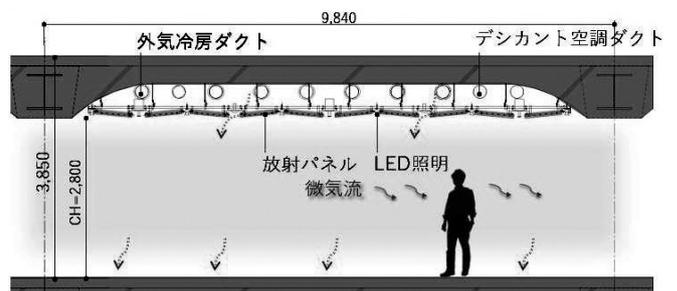
本建物は本社機能を有しているため、BCPの観点より災害時の主要機能確保のため、当初から免震構造として計画を進めた。大地震時に無被害あるいは軽微な被害にとどめるハイグレードな構造の建物である。また、L字型の敷地形状、地区計画による高さ制限(40m)に配慮しながら、本社ビルとして必要な床面積を確保しつつ、限られた階高(3.85m)の中で可能な限り天井が高く快適なワークスペースを生み出すため、免震構造、CFT柱、小梁のない一方向RCフラットスラブ構造等を構造設計者から積極的に提案した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

基準階においては、限られた階高の中で最大限の天井高(2.8m)を確保するため、天井内スペースを極力切り詰める必要があり、一方向RCスラブによる小梁のない架構(スパン9.85m)を採用し天井内の自由度を高め、空調ダクト、放射パネル、LED照明を配置する計画とした。スラブ端部でSRC大梁とスラブのせいを揃えることで、見える躯体の造形性のみならず、スラブに対してはスラブの応力との整合を図りつつ建物の水平剛性を確保することにも寄与させている。免震構造により上部構造の地震力を低減することで、CFT柱とSRC大梁によるラーメン架構という特徴的な架構計画を実現し、高い耐震性能と開放的な建築計画・平面計画を実現した。建築・構造・設備の融合した高性能免震本社ビルである。



CFT柱とSRC大梁および一方向スラブ躯体（撮影：日建設）



建築・構造・設備の収まり概念図

建築主：株式会社朝日新聞社 宍道 学
 株式会社竹中工務店 橋 明宏
 設計者：株式会社日建設計 吉田 聡
 株式会社竹中工務店 佐分利和宏
 施工者：株式会社竹中工務店 桑原貴士



内外観写真 [東出写真事務所 (1,2,3,5), ナカサアンドパートナーズ (4)]

建築概要

建設地：大阪市北区中之島三丁目
 建築主：株式会社朝日新聞社、株式会社竹中工務店
 設計：株式会社日建設計（構造・設備設計協力 竹中工務店）
 施工：株式会社竹中工務店
 建築面積：6,106.48㎡ 延床面積 151,146.45㎡
 階数：地上41階、地下4階、塔屋2階 高さ：195.67m
 構造種別：制振構造 S造 / SRC造 / RC造

選評

事務所、ホテル、店舗、美術館、ホールなどが縦方向に複合し一つの街を形成している超高層ビルである。低層部の大きな外壁面に集中的に制振部材（オイルダンパー）を配置し免震構造と同等の耐震性を確保している。東側の3層分の高さを有すピロティ部分では巨大な自立壁（Big Wall）により三層分の層間変形を利用した制振効率の高い架構としている。このBig Wallはビルの基礎としての視覚的な安定感をもたらしている。

使い勝手の良い無柱空間のオフィス部分は、さらに外周の細柱によってすぐれた眺望を得ている。また、ホテル内のらせん階段が箱型断面を用いた浮遊感にあふれるデザインであることなど構造と意匠の統合によって実現された見どころは多い。

隣の中之島フェスティバルタワー（第15回作品賞）と同等の高い耐震性能と、同じく評判の良かった免震の採用を建築主より要望された…とのこと。しかし設計者は同等の安全・安心をまったく別の方法で示し、説得・実現した。その高い力量と真摯な態度、また中之島フェスティバルタワーと異なるソリューションを用いながら見事に息の合ったツインタワーのたたずまいを得ていることに対する賞賛が含まれた形での受賞である。

（井田 卓造）

制振化した経緯及び企画設計等

本建物は、中間層免震構造である中之島フェスティバルタワーに引き続いて建設されたツインタワープロジェクトの2期目となる建物である。建物用途はオフィス、ラグジュアリーホテル、文化交流施設等で、建築主からは1期目と同等の高い耐震性を確保することが求められた。

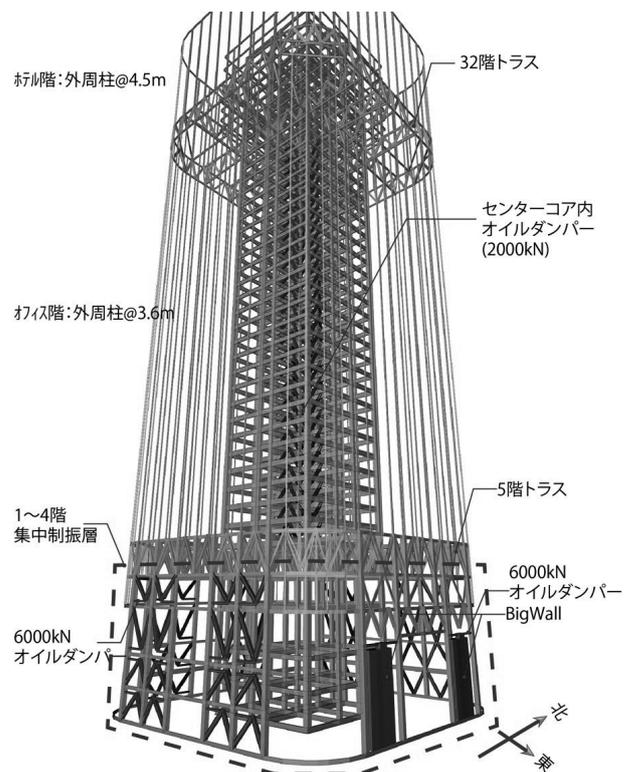
種々の検討の結果、低層部の外装が大きなレンガ壁面となることに着目し、壁面内に粘性ダンパーを集中配置した低層階集中制振構造が本建物に最適な構造システムであり、高い耐震性能を実現できると判断した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

建基法極稀地震に対し、ツインタワーで共通の設計目標（層間変形角 1/150 以下、部材は弾性範囲）とし、集中制振部分も同じ設計目標としている。

過去に例のない大規模な低層階集中制振構造を建築計画と整合して実現するため、6000kNの最大減衰力を発揮する新開発のオイルダンパーを採用している。

東面はピロティに面することを利用し、Big Wall と呼ぶ自立壁により、3層分の層間変形を利用した効率のよい制振架構を実現している。



架構パース



建物外観（撮影：新建築社写真部）

建築主：新発田市長
 設計者：aat+ ヨコミソマコト建築設計事務所
 Arup
 施工者：大成建設株式会社

二階堂馨
 ヨコミソマコト
 竹内篤史、徳淵正毅
 河田善裕

免震・制振化した経緯及び企画設計等

本建物は度重なる大地震や老朽化を受けて建替えとなった新庁舎である。単なる市役所機能だけでなく、市民の賑わいを創出する大空間広場や複数のラウンジを1～4階に抱え、5～7階に防災拠点も含めた執務機能や建物の基幹となる機械室と、特に耐震性能が要求される用途が上階に配置された特徴を持つ。設計では、それらの建物機能や低層建物が連続する周囲のまち並みに馴染むデザインを実現するため、中間階免震や上下制振（TMD）を採用した。

建築概要

建設地：新潟県新発田市中心部 3-3-3
 建築主：新発田市
 設計：aat+ ヨコミソマコト建築設計事務所、Arup
 施工：大成・新発田・伊藤特定企業共同体
 建築面積：2,841.31㎡ 延床面積 12,995.69㎡
 階数：地上7階、地下1階 高さ：33.82m
 構造種別：7～4 階鉄骨造
 3～B1 階壁式鉄筋コンクリート造
 （一部、鉄骨鉄筋コンクリート）

選評

新発田市新庁舎は街の中心部を貫くアーケード商店街に接続するように計画され、市民ラウンジや札の辻広場と共に賑わいを創出する新たな拠点施設として計画された。竣工後は期待以上に市民から利用され、中高校生を含む幅広い世代が集まるまさに広場のような庁舎となっている。建物ボリュームは街並みに馴染むように丁寧に分節され、中間階免震を採用して3階以下を強靱なRC壁式ラーメン構造、上階は圧迫感を低減する透明性の高い鉄骨造による混構造となっている。特筆すべきは免震ピットを不要とした壁頭免震であり、高さを抑えるだけでなく経済性と工期短縮にも貢献している。札の辻広場は幅13×奥行50×高さ12mの無柱空間で、その上部は吊り橋のようなサスペンション構造とTMDによって構成される。可動建具とシートシャッターを開放すると大らかな半屋外空間が商店街と繋がり、祭りやイベントの会場にも活用される。また、排熱利用した床暖房によりほんのりと温かく、子ども達の貴重な冬の遊び場としても利用される傍らで、八百屋さんが瑞々しい野菜を並べて販売していた。地域の身の丈に合った大らかな都市広場が独創的で大胆な構造デザインを基にして実現しており、新しい公共空間として高く評価された。

（下吹越 武人）

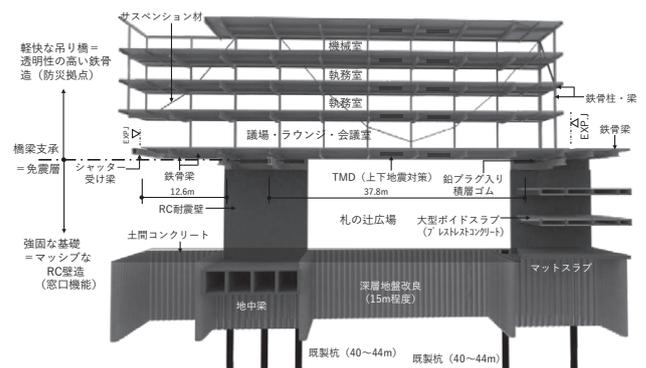
技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

4階床下に免震層を設けて、その上下の構造を分節化させることにより、機能や景観など建築計画と合致した架構計画を実現した。免震層の下部（1～3階）は地震時の変形や加速度増幅を抑制する剛強なRC壁式構造、上部（4～7階）は軽快な鉄骨構造を採用した。加えて、ピットレスな壁頭免震の採用により、躯体量や建物高さを抑えることを可能とした。

免震上部は最大37.8mという大スパン（広場上部）であるが、外周面のサスペンション材や免震・制振（TMD）による水平・上下の地震動制御により、透明性が高く、圧迫感のない外観デザインを実現した。



札の辻広場内観（撮影：吉原写真館）



構造断面パース



建物南西面外観 (1 階廻りの外装意匠を堅持)

建築概要

建設地：東京都中央区日本橋本町 3-6-2
 建築主：株式会社小津商店
 元設計：株式会社久米設計
 元施工：鹿島建設株式会社
 設計：鹿島建設株式会社、
 株式会社剣持デザイン研究所 (内装)
 施工：鹿島建設株式会社
 建築面積：796 m² 延床面積 8,189 m²
 階数：地上 11 階、地下 2 階 高さ：40.9 m
 構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造

選評

小津本館ビルは江戸時代以来の創業の地である日本橋において、和紙の伝統と文化を守り、和紙に関する情報を国内外に発信する重要な拠点として 1971 年に竣工された。旧耐震建物ゆえに耐震性が低く、東日本大震災を契機に、耐震改修と免震改修それぞれの案が検討された上で、免震改修が決定されたが、敷地一杯にビルが建つことから 1 階柱頭免震が採用された。

工事中及び工事後のテナントへの負担を最小にするため 4～10 階のテナント内での補強を最小限とし、工事中においても建物所有者・テナントの利用する E V を常に 1 台は稼働することでビルとしての営業を可能とした。また施工中の耐震性を確保しつつ、躯体を補強しジャッキアップしながら柱の切断や免震装置の設置を無事故・無災害で行った。

また建物所有者と顧客に長年親しまれてきた外観や 1 階店舗の内観デザインを踏襲する必要があった。免震水平スリットは細部の納まりを工夫して目立たないデザインとすることで、免震建築であることを全く意識させず、深い愛着のあるオリジナルデザインを守ったことは特筆すべきである。

都心の狭隘敷地に立地する中規模オフィスビルの技術的課題を乗り越え、居ながら工事の免震改修で江戸時代から続く老舗の事業継続に貢献した業績は高く評価したい。(江副 敏史)

建築主：株式会社小津商店 中田範三、安江敏行
 設計者：鹿島建設株式会社 丸山茂生、工藤利昭、松本 航
 株式会社剣持デザイン研究所 (内装) 高山与志郎
 施工者：鹿島建設株式会社 松元秀憲、市川大輔

免震化した経緯及び企画設計等

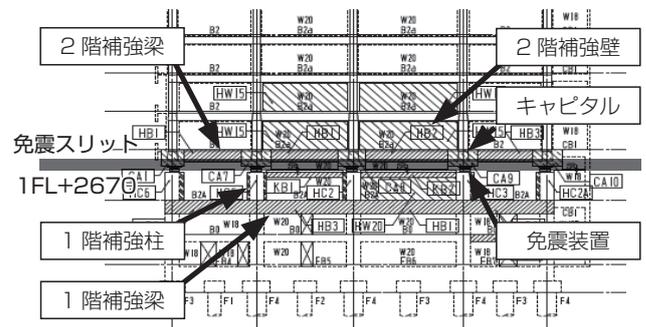
小津本館ビルは、江戸時代 (1653 年) 以来の創業の地である日本橋にあって、和紙の伝統と文化を守り、和紙に関する情報を国内外へ発信する拠点として 1971 年に竣工した。しかし、旧耐震建物の耐震性向上のため、2011 年東日本大震災を契機に、各階に耐震要素を付加する耐震補強案との比較検討の上、主に免震階とその上下階を集中的に補強することにより上層階のテナントへの影響を最小限に抑える免震補強案が採用された。

当建物は、ほぼ敷地一杯に建っているため、基礎下や地下階での免震方式は適用できず、建築主および行政と協議を重ね、唯一実現可能であった 1 階柱頭免震を採用することになった。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

和紙に関する文化的エリアである 2～3 階の過半および貸事務室エリアである 4～10 階は、2 年間の工事期間中も稼働しながらの居ながら工事であった。既存の 1 階柱と上下階の大梁を増打ち補強し、2 階レベルに反力受けの PC 鋼線内蔵の RC キャピタルを構築すると共に、1 階柱中間部に鋼製の仮設反力台を PC 圧着で設け、3 つの工区に分けながらジャッキアップ・柱頭部切断し、各柱に計 20 基の鉛プラグ入り積層ゴムを設置した。

3 台の E V は 2 階から鋼製シャフトを吊り下げ、常に 1 台稼働させつつ 2 台へ更新。隣地境界まで張り出していた外部 RC 階段は後退させつつ S 階段へ更新。内部 RC 階段は地震時の壁の可動範囲を床に着色し注意喚起。設備配管・配線・ダクト類も全て 1 階柱頭レベルで免震継手や余長確保。1 階廻りの外装・内装は、止水・耐火・遮音を満足する免震水平スリットを設け、ディテールの工夫によりオリジナルデザインを堅持した。



構造躯体の補強・免震化概要



免震改修後の 1 階 E V ホールと和紙店舗 (免震化を意識させない納まり)



建物外観（正面が増築棟、左側が既存棟 撮影：エスエス大阪）

建築概要

建設地：大阪府吹田市千里山東
 建築主：学校法人関西大学
 建築設計：株式会社佐藤総合計画
 +株式会社星田逸郎空間都市研究所
 （増築棟および既存棟改修設計）
 構造設計：株式会社満田衛資構造計画研究所
 （増築棟および既存棟耐震改修設計）
 施工：大成建設株式会社
 （増築工事および既存棟改修工事）
 建築面積：1054.5㎡（既存棟）429.65㎡（増築棟）
 延床面積：4322.77㎡（既存棟）1360.48㎡（増築棟）
 階数：地上4階 高さ：19.46m
 構造種別：鉄筋コンクリート造

選評

本建物は村野藤吾氏設計による既存建物の外観と内観を殆ど変更することなく、高い耐震性を付与した制振改修事例である。本建物は既存棟の改修に合わせて増築棟が計画されていたため、連結制振により増築棟と併せて耐震性を向上させる手法を提案し実現した。増築棟は既存棟の長辺方向に隣接するが、既存棟の長辺方向にプレストレスを加え梁の補強も行った。短辺方向には一部壁の補強を行った。これにより制振ダンパーは増築棟と既存棟の間に設置するのみで応力伝達を効果的に行うことを可能とし、連結制振として効果的に応答低減が可能となった。一般的な耐震改修では既存建物内の多くの構面にブレースや耐震壁を付加する方法をとるが、その場合当初のデザインを失うばかりか使い勝手も損なう恐れがある。この問題を解決する方法として免震改修がある。免震を利用すれば、既存建物のデザインと機能を殆ど変更する必要はないが、コスト面で課題が残る。本建物では耐震改修への免制振技術の活用手法として低コストで有効な手法を提案していると同時に、このような手法を使う場合に踏まえる必要のある増築棟の剛性付与や既存棟へのプレストレスの付与などを提示しており、今後の免制振改修の展開に大いに参考になる手法の実現として業績賞に選定した。（東野 雅彦）

受賞者：満田衛資 京都工芸繊維大学／株式会社満田衛資構造計画研究所
 江畑和弘 株式会社満田衛資構造計画研究所
 井下仁史 株式会社佐藤総合計画 関西事務所
 星田逸郎 株式会社星田逸郎空間都市研究所
 重田勝紀 学校法人関西大学 管財局

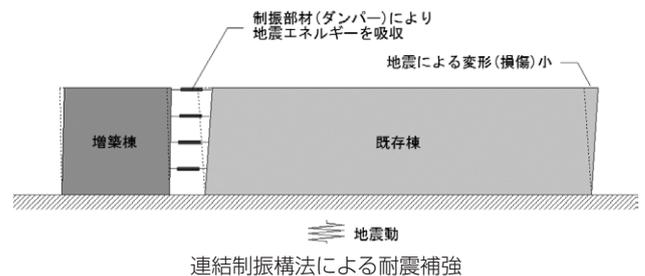
制振化した経緯及び企画設計等

関西大学第4学舎1号館学舎棟（既存棟）は、建築家・村野藤吾により設計された1960年竣工の建物であり、緑豊かなキャンパス景観に馴染んだ建物である。既存棟の改修にあたっては、部屋の使い方を制限する増設壁等は施設利用上適切ではなく、外壁へのブレース追加等による補強はキャンパス景観上好ましくない、等の要望が挙げられていた。本計画では、既存棟に隣接して増築棟が計画されていることに着目し、両棟を制振ダンパーで連結する連結制振構法による耐震補強を行っている。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

築50年超の既存棟は断面も華奢で壁量も少なく、剛性は通常のRC建物に比して柔らかい。一方、新設される増築棟は壁の厚さも長さも調整可能であり、通常の建物以上に固くつくることできる。両棟の固有周期の違いを利用して連結制振の効果を高めることで、既存棟への耐震壁の追加やアウトフレーム補強が不要となり、施設としての利便性確保と村野建築の保存再生を両立している。

プレストレスを用いたダンパーと既存棟との接続や、既存棟の剛性を高めずに補強可能なSRF工法（柱や壁にポリエステル繊維を貼り付ける補強工法）の採用等、種々の技術により連結制振構法を補完することで計画を実現している。



改修後既存棟中廊下



棟間をつなぐダンパー

天井の4本の黒いケーブルがPC鋼線（左右とも撮影：エスエス大阪）