

# 建物上部に大型タワーを搭載する免震建築物に関する一連の取組み

株式会社 エヌ・ティ・ティファシリティーズ  
中野時衛、斉藤賢二、土肥 博、鈴木幹夫、余湖兼右



ドコモ神戸ビル  
(撮影：SS大阪)

## 建築概要

- ・ドコモ多摩ビル SRC 0+5 19,321㎡ 1999年10月竣工
- ・ドコモ岐阜ビル S -1+9 19,670㎡ 2000年5月竣工
- ・ドコモ徳島ビル SRC 0+6 4,814㎡ 2000年12月竣工
- ・ドコモ神戸ビル S 0+10 12,807㎡ 2002年9月竣工
- ・ドコモ大阪南港ビル S 0+12 60,993㎡ 2004年6月竣工予定
- ・ドコモ千葉ビル SRC -1+8 19,556㎡ 1999年7月竣工
- ・ドコモ四国ビル S -1+11 10,344㎡ 1999年11月竣工
- ・ドコモ東古松ビル S 0+8 15,544㎡ 2004年7月竣工予定

## 選評

従来、建物上部に大型のタワーを設置する場合、建物とタワーの固有周期差を極力大きくとり、共振現象による地震力の増幅を押さえ込むために、様々な工夫を凝らす必要があった。その結果、建物の構造計画のみならず、建築計画にも様々な制約を生じる結果となった。

翻って、阪神淡路大震災において、一般電話等従来型の情報通信機能が麻痺し、機能が回復するまでの間、多大の不便さと混乱を招いたことは記憶に新しいところである。一方、当時それ程普及していなかった携帯電話の有効性が大きくクローズアップされた。その結果その後の携帯電話の普及率が膨大なものと予測される中、大地震等災害時での信頼性確保は極めて重要な命題であった。

これらの背景を踏まえて、標記取組みは、情報通信サービスを平時はもちろん、大地震等による災害時にも確実にその機能を十分発揮することを主眼に免震構造の採用によりその目的を果たしている。対象としている8棟の建物は、建物規模、形状、構造種別、及びタワーの高さ、形状並びに地盤状況等、全て異なっているものの、各々の与条件に応じて、免震デバイスの使い方や制震技術との併用等を臨機応変に計画することによりタワーの機能上の信頼性の確保はもとより、時代の変化に応じた建築計画にも十分応えたもので、その一連の取組みを高く評価するものである。

(五十殿侑弘)

## 免震構造採用の背景及び特記事項

情報通信サービスは、都市の重要なインフラストラクチャであり、災害時においても継続的なサービスの提供が求められている。先の阪神・淡路大震災においても、地震直後から携帯電話等が有効に活用され、その信頼性確保が再認識された。

情報通信用建物の多くは建物上部に大規模な通信アンテナ用タワーを搭載しており、地震時には建物とタワーが連成して振動し、特に建物とタワーの固有周期が近い場合には非常に大きな地震力がタワーに発生する。そのため、耐震建物上にタワー搭載を計画する場合には建物とタワーの固有周期を可能な限り離すよう計画する必要があり、建物及びタワーの設計の自由度がかなり狭いものとなっていた。そこで、重要拠点施設については、情報通信サービスの条件に基づく自由な建物計画とタワー計画を実現し、かつ災害時におけるサービスの信頼性を高めるために、高性能な免震構造を適用した。また、建物個別の条件に合わせて制振装置も採用し、より信頼性の高い情報通信用建物を多数実現し、情報通信サービスの信頼性向上を図った。

主な技術の創意工夫及び強調すべき点は以下のとおりである。

- 1) 大型アイソレーターの適用により免震周期の長周期化と安定した変形能力を確保した。比較的小規模な建物については、転がり支承の併用により長周期化と変形能力の確保を図った。
- 2) 大規模なタワーについては振動性状に応じてタワー自体にもTMDやダンパーを適用し、タワーの応答制御を効果的に実現した。
- 3) 軟弱地盤に計画された建物については、建物計画に応じて地中連続壁杭や杭頭ピン接合工法等を適用し、上部構造と同等の耐震安全性を確保した。



TMD



粘性ダンパー



ドコモ多摩ビル



ドコモ大阪南港ビル

技術賞  
(普及賞)

# 村上市庁舎免震改修工事

村上市 佐藤 順、片野 清  
鹿島建設株式会社 浅井 豊、石渡孝志、宮崎正敏



改修後建物外観 (撮影：上山益男)

## 建築概要

建設地：新潟県村上市三之町1-1  
建築主：村上市  
用途：行政庁舎  
改修設計：鹿島建設株式会社北陸支店 1級建築士事務所  
改修施工：鹿島建設株式会社北陸支店  
竣工：2000年11月  
建築面積：1734.93㎡ 延床面積：6900.84㎡  
階数：地上5階、塔屋2階  
軒高：18.8m 最高高さ：29.4m  
構造種別：鉄筋コンクリート造  
基礎形式：独立フーチング及び杭基礎

## 選評

自治体庁舎は、大規模災害時の防災拠点として、ごく稀にしか起こらない地震が発生した後も、防災拠点として十分機能することが要求されている。本建物は、新潟県北部に位置する村上市の市庁舎で、1974年に竣工した鉄筋コンクリート造地上5階建ての建物で、鉄筋コンクリート造としては、比較的大スパンであることもあり、時間の経過とともに、外壁・床のひび割れ、床の揺れなどが指摘されていた。1996年に実施した耐震診断の結果では、震度7クラスの大地震時には倒壊する危険性のあることが指摘された。そこで、通常業務を続けながら補強工事が可能なこと、執務環境が悪化しないこと、震度7クラスの地震後にも防災拠点としての機能維持が可能なことなどの理由から、免震工法による「居ながら耐震改修」を選定することとして、緊急防災基盤整備による起債を利用し、プロポーザル方式による指名競争入札の結果、一階柱頭部分に免震装置を取り付ける「中間層免震改修工法」が採用された。いくつかの新しい技術的な工夫もさることながら、様々な制約条件の中で、自治体庁舎として、我が国で初めての居ながら免震改修が行われたという点で、今後、同様な状況に置かれている自治体関係者が免震改修工法を選定する上で参考になる点が極めて多いことが、技術賞(普及賞)として評価された。

(岡本 伸)

## システム及び特記事項

村上市役所は、全国に先駆け既存庁舎の耐震改修を、免震化することによって実施した。自治体庁舎としては、全国初の試みであったため、同じ案件を模索している自治体関係者からの注目を集めることとなった。

1974年に竣工した村上市庁舎は、耐震診断の結果、全層にわたり現行の耐震安全性を下回り、総合防災拠点としての耐震性確保が求められた。

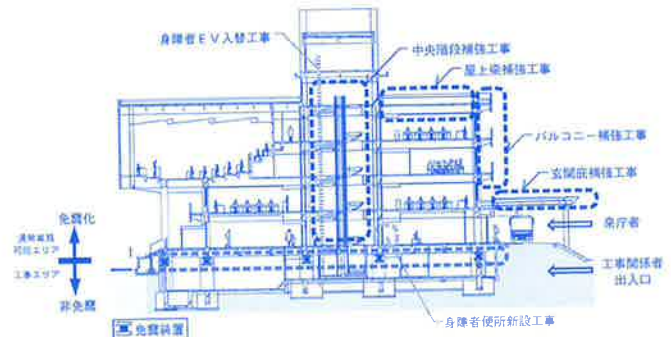
耐震改修にあたり、庁内の主要課で検討会を重ねた結果、市民への行政サービスを低下させることなく、『居ながら』で防災拠点としての耐震性が確保できる改修方法として、『免震工法』による改修が最適であるとの結論に至った。

業者指名に際しては、特殊な工法であることから、設計施工一体の技術提案型指名競争入札を行い、工期コストともに有利であった、1階柱頭部に免震装置を設置する中間層免震改修案を採用することとした。

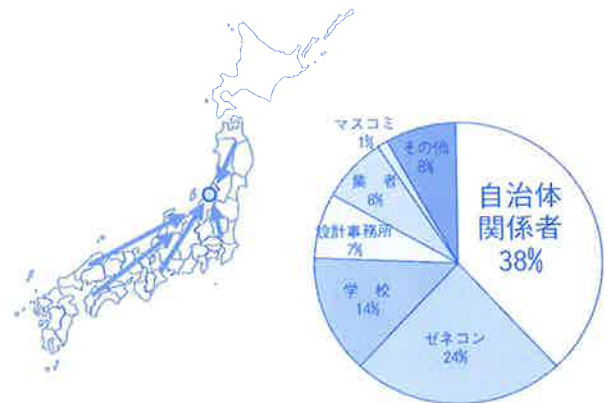
工事期間中は、積極的に情報公開を行い、市民に対して見学会を催し、工事内容を説明、施工状況を公開した。

さらに、他自治体関係者の視察も受け入れ、『中間層免震改修』工法に対する情報提供を行った。

全国から訪れた見学者は延べ715名におよび、その後の自治体庁舎『中間層免震改修』工事の先駆けとなった。



改修工事概要(断面図)



見学者内訳



建築主：兵庫県  
 設計者：安藤忠雄建築研究所  
 ：木村俊彦構造設計事務所  
 ：金箱構造設計事務所  
 施工者：株式会社 大林組

岸本勝也  
 安藤忠雄  
 木村俊彦  
 金箱温春  
 小林英博



建物外観（撮影：松岡満男）

## 建築概要

建設地：兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通1-1  
 建築主：兵庫県 建築設計：安藤忠雄建築研究所  
 構造設計：木村俊彦構造設計事務所、金箱構造設計事務所  
 設備設計：森村設計  
 施工：大林・清水・鴻池・神鋼興産建設・明和・山田特別共同企業体  
 竣工：2001年9月  
 建築面積：13,807.31㎡ 延床面積：27,461.41㎡  
 階数：地上4階、地下1階、高さ：23,677m  
 構造種別：SRC造一部RC造

## 選評

震災復興のシンボルとして兵庫県南部地震の震源地近くに計画された西日本最大の美術館である。隣接する水際広場やハーバーウォークとの動線の繋がりがや屋外展示スペースの有効利用など周辺と一体化となった「開かれた美術館」となっている。

さらに、1、2階の御影石に覆われた基壇の上に3、4階のガラスに包まれた3棟のコンクリートボックスを載せ、大きな庇で覆われた姿はダイナミックで印象的である。最近の美術館建築では建物や収蔵品の安全確保の目的で免震構造を採用することが多くなってきている。

この美術館でもその目的で採用されていますが、さらに免震構造のメリットを生かして、分棟や吹き抜けなどによる複雑な空間構成の実現と建物上部に象徴的に設けられたコンクリート庇（プレキャストコンクリート板）のダイナミックな形態の実現へと発展されている。

また、周辺からのアプローチ部分にあるエキスパンションは不自然さを感じさせないきめ細かなディテールとなっている。

ともかく、来訪者に芸術性の高い雰囲気を感じさせる建築作品となっており、免震構造を採用した美術館の重要な事例と考え、第5回免震構造協会賞・作品賞に値するものとする。  
 （石原 直次）

## 免震化した経緯及び企画設計等

この美術館の前身である兵庫県立近代美術館は兵庫県南部地震において大破し、多くの収蔵品も被害を受けた。また、敷地は激震地に近く、隣接地には震災復興事業の一環として防災広場が作られた。このような背景のもとで、復興のシンボルとして西日本最大規模の美術館が企画された。設計プロポーザルにおいて免震構造の採用を提案し、建物の安全確保と収蔵品の保護を意図した。

開かれた美術館となることを目指し、屋外展示スペースを有効に利用して、隣接する「なぎさ公園」やハーバーウォークなどにも自由に往来できる動線を確保し、これらと一体化を計って立体的な広場を作り出すこともテーマであった。

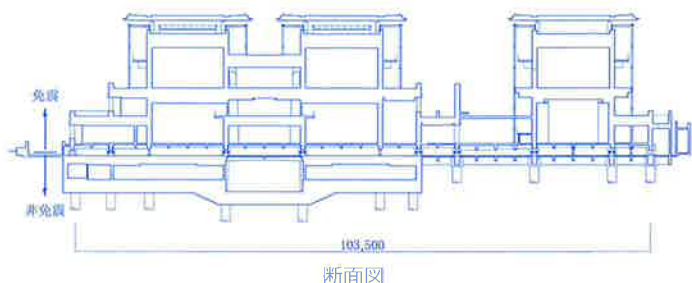
## 技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

建物は1、2階を御影石に覆われた基壇部分とし、その上部の3、4階にコンクリートの箱を内包したガラスの箱が載せられており、地下1階と1階の間に免震層を配した中間層免震である。本建物の上部構造は壁が多いものの、分棟や吹き抜けなどにより空間の形態が複雑となっており、また建物上部の象徴的なPC大庇や石張りの独立壁など、大胆なデザインを採用している。免震構造の採用により、上部構造を弾性限界範囲に留めることで地震時の挙動を明確にし、安全性を確保した。

建物と周囲との関係が多様多様であり、エキスパンションのディテールが多様なことも特徴である。出入口、大階段、スロープなどさまざまなアプローチが作られ、それぞれの部位で工夫を凝らし立体的なエキスパンションを構築している。



建物外観（展示室の間の立体的な広場）（撮影：松岡満男）



# プラダ ブティック青山店

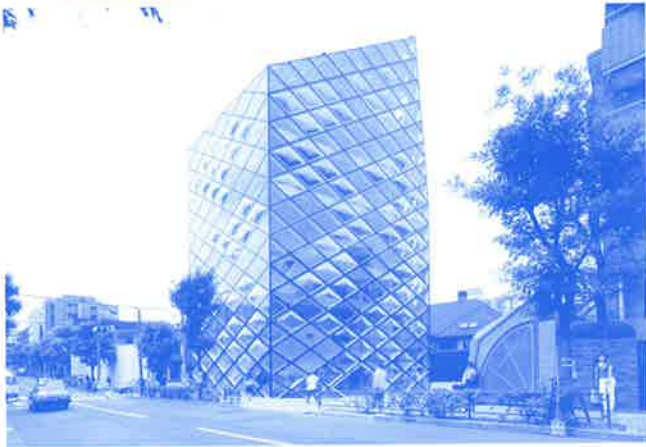
建築主：プラダ ジャパン株式会社 Davide Sesia  
 設計者：株式会社 竹中工務店 小塚裕一、中井政義、大畑勝人  
 施工者：株式会社 竹中工務店 岡崎俊樹

## 免震化した経緯及び企画設計等

プラダの日本での旗艦店として斬新なデザインを志向した外殻は、ガラスファサードと一体となった斜め格子構造である。①外殻格子面内に鉛直材・水平材を配置しない、②仕上げを含めた格子材の寸法は見付け：250mm、奥行き：300mm、③2、4、5階には外殻に面した床吹抜けを設けるなどの設計コンセプトの実現のために、外殻架構への地震入力を極力小さく抑えることが構造上の主題であり、それにより地震時の変形を小さくすることがファサードの設計上重要となる。そこで、本建物を免震化することを建築主及びアーキテクトに提案し、採用されるに至った。

## 技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

外殻架構の上下伸縮を抑えるため、引張材としての梁材を地上階の床外周に配置し、格子の交点で外殻格子材と接合することにより床荷重を伝達させている。外殻架構は建物重量の約50%、水平荷重のほぼ100%を負担するが、格子材の中で荷重を確実に伝達できるのは、その上下端部が床外周梁に繋がれた部材のみである。この条件下で、地下1階床下での免震構造を導入することにより、格子材の鉄骨断面を幅150mm、成250mmの組立てH形鋼で成立させている。また、これにより大地震時における各菱形ユニットの水平及び鉛直変形を小さく抑えることができ、格子材を覆う耐火材が直接仕上げとなりガラスファサードの支持材であるという、設計コンセプトを実現するとともに、ガラスサッシ部のコンパクトなディテールを可能としている。



建物外観 (みゆき通り表参道側より)

## 建築概要

建設地：東京都港区南青山5丁目2-6  
 建築主：プラダ ジャパン株式会社  
 デザイナーキテクト：Herzog & de Meuron  
 アソシエートアーキテクト：株式会社 竹中工務店  
 施工：株式会社 竹中工務店  
 竣工：2003年5月  
 建築面積：369.17㎡ 延床面積：2,860.36㎡  
 階数：地上7階、地下2階、高さ：32.457m  
 構造種別：S造、RC造

## 選評

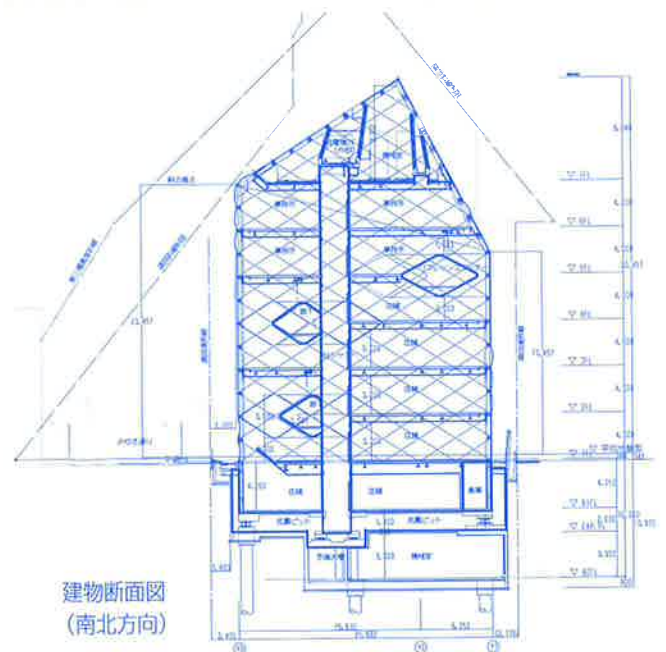
計算機の高度化と普及は、建築様式の新たな挑戦に寄与している。ポストモダニズム建築の後に出てきた様式は、ビルバオのグッゲンハイム美術館に始まり、仙台メディアテーク等で、デジタル建築と呼ばれているが、ウルトラモダニズム建築の名が一般的である。

その特徴は、梁や柱の概念が無く、構造の性能は、計算機によるシミュレーションによってのみ確認されている。グリッドの無い建築は、施工のデジタル化によって可能で、建築の良し悪しは、施工精度に依存している。

斜め格子の外殻構造は、立体効果は無く、方向性の無い5つの斜め格子のフレームが床で繋がれた構造である。各格子は、床外周の梁で水平変形を抑えているが、垂直材が無いので剛性が小さく、地震力による変形が大きくなる。一方、構造とファサードが一体になった斜め格子には、特殊なガラスが組み込まれ、大地震時にガラスの破損を防止するために変形制限が設けられている。

この外殻構造は、大半の地震力を分担し、変形が大きく、制限を満足するために免震構造を採用し、変形を小さくすることで可能になっている。これは、免震構造によって、空間、構造、ファサードを一体とした建築を可能にした典型的な建築である。

内部は、カラーニを連想させる淡い色彩の曲面の世界で、宇宙船に乗っているようである。免震構造を思わせるものは見当たらないが、免震構造を用いた優れた作品である。  
 (大越 俊男)



建物断面図 (南北方向)



1階エントランス外観

1階店舗内観





建物外観1 (撮影：三島 颯)

## 建築概要

建設地：神奈川県大和市中中央林間6丁目4532-1  
 建築主：東急不動産株式会社  
 設計：株式会社 日建ハウジングシステム  
 施工：東急建設株式会社  
 竣工：2002年9月  
 建築面積：5,538㎡ 延床面積：43,443㎡  
 階数：地上17階、地下1階、高さ：53m  
 構造種別：鉄筋コンクリート造

## 選評

セ・パルレ中央林間は、小田急線、東急田園都市線中央林間駅から徒歩5分ほどのところに立地した集合住宅団地で、周辺は比較的低層の住宅地である。地下部を駐車場として、地上面を園地やパブリックな施設に開放している点、建物配置及び高さを変化させ、視覚的な抜けをつくりながら、周辺に対する日影や通風に対する影響をできるだけ抑えるという、環境配慮がなされている点で計画的に高く評価できる。都市集合住宅はその地表面を駐車場で覆うのではなく、地下駐車場としてこども達や住民に開放すべきである。本施設のように地下駐車場化により、地上面をできるだけ緑化していくことは、高密度居住を余儀なくされる日本の住宅開発のモデルとも言える。建物の平面形状はゆるやかなカーブを描いており、全体に町並としても良く、既存の樹林を利用したポケットパークが設けられるなど、住環境としての質は高い。免震部分は地階と1階の間に設けられているが、違和感がなく納まっている。免震にすることによる住環境の質の向上と意匠的な自由さが感じられ、本賞受賞作として推薦された。  
 (仙田 満)

## 免震化した経緯及び企画設計等

本建物は、東急田園都市線「中央林間」駅の近くに、これまで周辺の人々に愛されてきた「東急の森」を21世紀に受け継ぎ、より理想的な住環境を求めるプロジェクトとして計画された。街づくりとして、「サステナブル（半永久的な持続）」をテーマに100年後を見据えた街区計画やランドデザイン、さらには建築・構造計画を行った。

森の緑を暮らしに取り込み、また敷地の60%をオープンスペースとして地域に提供する配棟計画・住棟形状を可能とするため、全棟を免震構造として計画している。

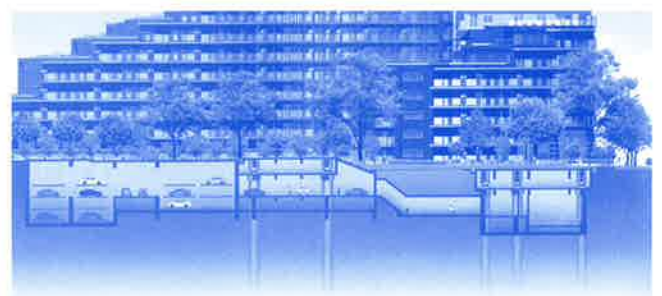
## 技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

周辺環境への配慮のためのセットバックや広い空地・空間を確保するためのピロティは、一般的には構造計画上不利となるが、免震構造によりこれらの問題をクリアし、かつ高い安全性と安心感を確保している。

緑を残すとともに子供たちが安心して遊べるオープンスペースを確保するため、駐車場・駐輪場・機械室などをすべて地下に計画し、この地下は南・北街区ごとに、低層の一部以外の全棟を一体として耐震性能の向上や効率化を図っている。また免震層は1階と地下の間の設備配管ピットを利用して基礎を浅くすることにより、「森」の緑への影響を小さくし、また掘削により生じる残土の量を最小限にすることにより、環境にやさしい計画としている。



建物外観2 (撮影：わたなべ・スタジオ)



断面図

# ポーラ美術館

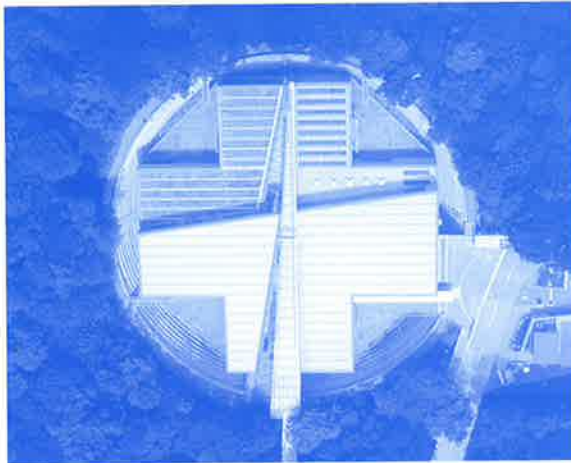
建築主：株式会社 ポーラ化粧品本舗 井上定利  
 設計者：株式会社 日建設計 浅野美次、山本 裕、石田大三  
 施工者：株式会社 竹中工務店 黒崎信之

## 免震化した経緯及び企画設計等

本建物は、ポーラグループのオーナーが長年収集したコレクションを展示・収蔵する美術館である。敷地はブナやヒメシャラが群生する富士箱根伊豆国立公園内にあり、この自然と共存すべく建物高さを8mに抑え、開発範囲を直径76mの円内に収める計画とした。美術品を地震被害から守るとともに、建物中央部にアトリウムとガラストプライトを設けて開放的な空間を演出すべく建物全体を免震構造とした。

## 技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

建物の大部分を地下に収め、かつ基礎免震構造を実現するために、下部構造体を擁壁と基礎スラブが一体となったすり鉢形状とし、これに上部構造体を収める断面計画とした。すり鉢形状に合わせて上層ほど広がる建物形態を、井桁上に配置したメイントラス架構とこれらの間に架け渡した外周サブトラス架構で支持する計画とした。メイン・サブトラス架構を利用して積層ゴム数を最小限に留めることで長周期化を図り、高い免震性能を実現した。免震構造により地震力が低減され、メイン・サブトラス架構が地震時水平力を負担することで、内部架構は地震力から解放され、建物を貫くガラストプライトと3層吹き抜けのアトリウム、展示室及びロビーの十字柱を実現した。



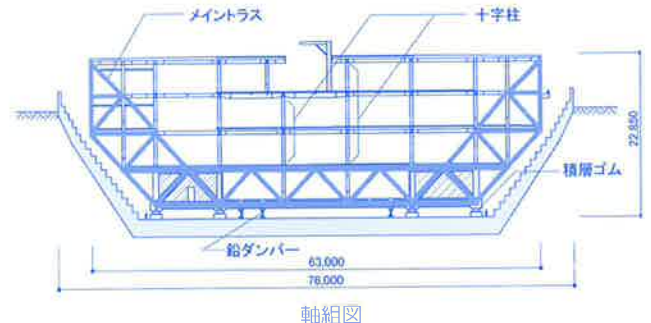
上空写真 (撮影：石黒 守)

## 建築概要

建設地：神奈川県足柄下郡箱根町仙石原小塚山1285  
 建築主：ポーラ美術振興財団  
 設計：株式会社 日建設計  
 施工：株式会社 竹中工務店  
 竣工：2002年5月  
 建築面積：3,389.04㎡ 延床面積：8,098.04㎡  
 階数：地上2階、地下3階、高さ：平均地盤面+8m  
 構造種別：鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造

## 選評

箱根の樹林に囲まれ、まるで樹海に浮いているように計画されている。敷地をオープンカットし、底盤に免震を設け、そこから全体的に大きなキャンティレバーで持ち上げている。地形が複雑な自然環境と現代美術館をどう調和させるかというテーマに対し、大きなインパクトのある造形とあわせ、構造的にも計画的にも優れた解を示していると言えよう。難をいえばオープンカットしたプレキャストの擁壁の意匠がもう少し工夫できなかったのか。あるいは表面の緑化は考えられなかったのかという思いはあるが、透明感と空間のダイナミズムを感じられる。多くの人々の来館がその美しい建築を支持していることを証明している。美術品の保護のためということはもちろん、免震採用の大きな動機に違いないが、免震による構造的なスマートさ、シャープさがデザイン的に昇華されている点は、従来の美術館免震とは格段の違いを見せている。既に村野藤吾賞などの多くのデザイン賞を受賞しているが、構造的な提案も優れており、本賞受賞作としてふさわしいと評価された。(仙田 満)



アトリウム (撮影：石黒 守)



作品賞  
(特別賞)

# 大阪市中央公会堂 保存・再生



正面外観

## 建築概要

建設地：大阪市北区中之島1丁目1番27号  
建築主：大阪市  
設計：大阪市住宅局営繕部 坂倉・平田・青山・新日設設計共同企業体  
施工：清水・西松・大鉄特定建設工事共同企業体  
竣工：2002年9月  
建築面積：2,330.35㎡ 延床面積：9,886.56㎡  
階数：地上3階、地下2階、高さ：26.63m  
構造種別：補強式鉄骨煉瓦造及びRC造（基礎免震構法）

## 選評

この建物が建築されてから、やがて90年になる。設計は岡田信一郎、辰野金吾、片岡安という優れた建築家が精魂を傾け、我が国の近代建築の中でもその意匠は群を抜いて素晴らしいものと評価されている。技術的にも当時最新の耐震構造が採用され、主要な柱梁を鉄骨造、床版を鉄筋コンクリート造とした、当時の構造物としては第一級の作品である。

しかし、関東大震災以前の建物であり、地震時の耐力が十分でないことが従来から指摘されていた。一時は取り壊しや改築が議論されたが、昭和40年頃からの中之島東部地区の景観保存や再開発等の議論を経て、昭和63年「保存の方向性」が決定し、その後3年半の工期をかけ平成14年9月完成した。

今回の保存・再生工事では、この貴重な歴史的建築を地震から守るだけでなく、本来の公会堂として更なる活用を目指し、免震構造をうまく使い、内外の意匠に対する細心の配慮と職人技により見事に達成している。

さらに、平成14年12月には国の重要文化財の指定を受け、大阪の市民にとって以前にも増して愛着のある建物となった。

従って、このプロジェクトは歴史的建築物の保存と活用の先進的事例として大きな意義をもつものであり、免震構造にとって極めて重要な事例であると考え、第5回免震構造協会賞・作品賞に値するものとする。

(石原 直次)

建築主：大阪市  
設計者：大阪市住宅局営繕部  
：株式会社 坂倉建築研究所 太田隆信  
：株式会社 平田建築構造研究所 西村清志  
免震設計協力：株式会社 東京建築研究所 山口昭一  
施工者：清水建設株式会社 保地洋志

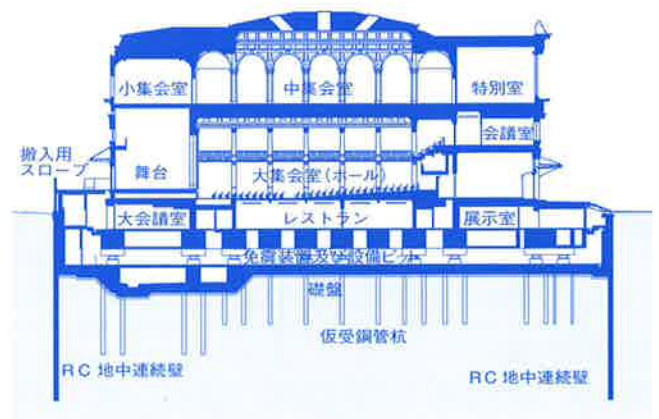
## 免震化した経緯及び企画設計等

1918(大正7)年に竣工した補強式鉄骨煉瓦造の公会堂を将来にわたって保存し、これまで以上に活用するための、耐震改修及び建築・設備全般にわたる改修。壁量の少ない大空間を抱える建物であり、従来型の耐震補強では使い勝手に支障をきたし、歴史的に貴重な内外の意匠を損なうことから基礎免震構法を採用した。

長周期化が実現可能な免震装置の配置、選定設計、地震時における基礎下地盤の液状化対策などに注意を払った。上部構造にも補強が必要なことから、建物四隅の小室を利用して煉瓦壁に対するRC壁補強を行った。免震化と上部構造補強により、「75cm/sの地震動速度でも一部の煉瓦壁にひび割れが入る程度」の地震時設計クライテリアを実現した。

## 技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

基礎免震のため仮受鋼管杭にて建物全荷重約30,000トンを支え、建物の剛体不同沈下約1/300を油圧ジャッキ操作にて水平とした。鋼管杭支持からアイソレーターに荷重移行する場面で、アイソレーター下部に特殊治具と油圧ジャッキによるプレロードを行い、急激な荷重移動を避け、許容変形角の小さい煉瓦壁構造に配慮し、礎盤下地盤に対してもプレロードを行った。基礎下地盤の地震時液状化に対処するため、建物外周に厚さ70cm、深さ25mのRC連続壁を設け、直接基礎である厚さ1.2mの礎盤と一体化した地下躯体を考案し、地下躯体内地盤の剪断変形を小さくし、周囲地盤の間隙水圧の上昇から遮断することにより、地震時の地盤液状化を抑制した。



断面図