

国立新美術館

日本設計
人見泰義



同
中川 進



同
中村 伸



1. はじめに

本建物は、多様化する現代美術など急速に進展する美術活動にも対応できる、我が国を代表する美術展示施設として、機能的で利便性の高い展示空間や関連施設を配置した美術展示施設です。

免震構造を採用することにより、大地震時に作品を保護するだけでなく、在来工法では難しい3次曲面をもった無柱空間のアトリウムを実現しているのが建築的な特徴となっています。

2. 建築計画概要

本計画敷地は、千代田線乃木坂駅に隣接し、旧東京大学生産技術研究所跡地に位置しています。

地上には、公募展示室、公募・企画展示室（約2,000㎡）7室を積層して配置し、美術団体が実施する全国的公募展の複数同時開催や、大型企画展にも十分対応できる広さの展示面積を確保しています。

各展示室内は、柱の無い一体的な空間としつつ、大型可動展示パネルで自由に分割できるようにし、多様化する現代美術など急速に進展する美術活動への対応に配慮した機能的で利便性の高い施設としています。

また、各展示室の天井は可能な限り高く確保し（5.5m又は8.5m）、大型化する展示内容に対応するとともに、広々としたゆとりある展示空間を作り出すこととしています。

地下には、展示作品の搬出入のための作業室や保管室、公募展のための審査室、ミュージアムショップやレセプションホール等を配置しています。



図1 建物外観

建物概要

建設場所：東京都港区六本木7丁目22-1
(東京大学六本木地区の移転跡地の一部)

建築主：文化庁

設計：黒川紀章・日本設計共同体

施工：I工区 鹿島・大成・松村JV
II工区 清水・大林・三井JV

用途：美術館

敷地面積：約30,000㎡

構造規模：鉄骨造一部鉄骨鉄筋コンクリート造

上部構造：ブレース付きラーメン構造

階数：地上6階、地下3階

建築面積：13,096㎡

延床面積：48,580㎡

軒高：29.5m

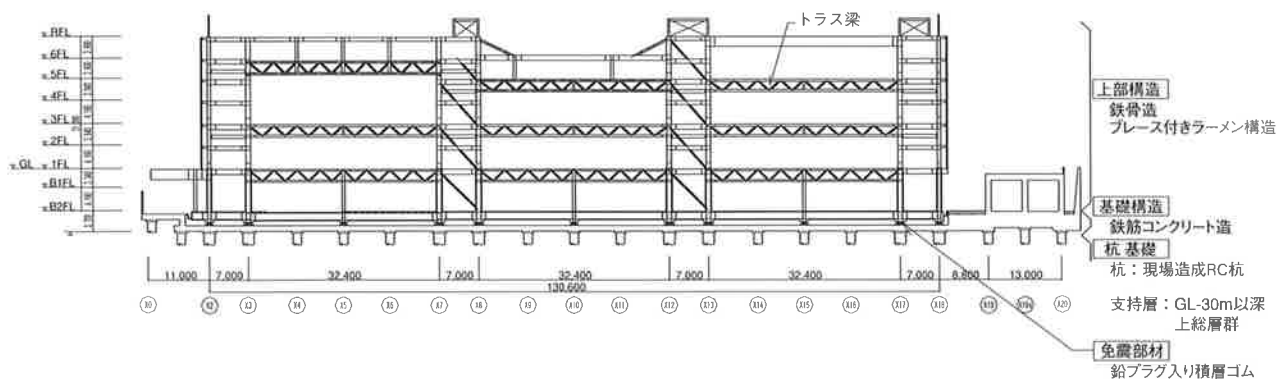


図2 構造概要図

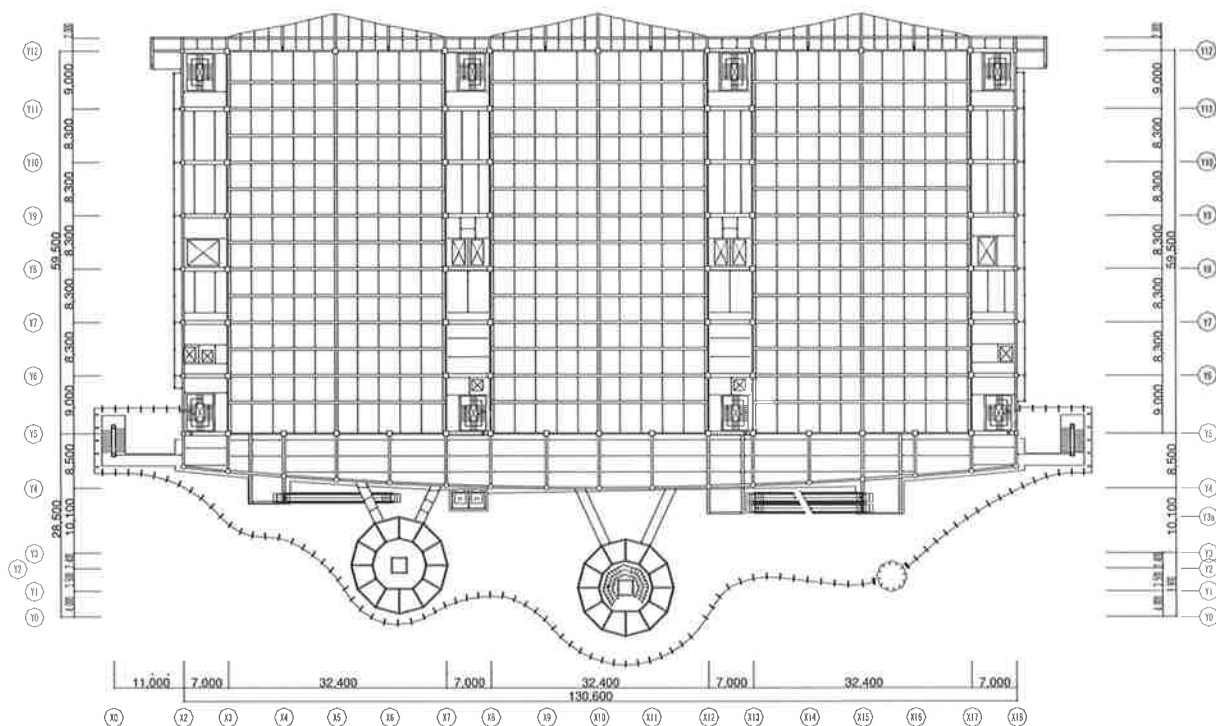


図3 基準階(3階)伏図

3. 構造計画概要

3-1 構造概要

建物の平面は130m×60mの整形の建物の南側に約4000㎡の不整形なアトリウムを有しています。

階高は約4.0m～8.0mで構成されています。上部構造の構造種別は鉄骨造で、剛性確保のために短スパンのコア部分にブレースを有したブレース付きラーメン構造です。

災害から建物を守り耐用年数の長い施設とするため、基礎部分に免震部材（鉛プラグ入り積層ゴム支承および転がり支承）を設置した免震構造を採用しています。

これにより、大地震時の建物の揺れや変形を小さくし、観覧者や美術品の安全も確保しています。

敷地につづく道路レベルに約7mの段差があり、地下2階レベルが車の進入路となり、車路や駐車場が建物外周に廻るため、その部分を免震クリアランスに利用しています。

本建物の基礎は、設計GL-30.0m以深に存在するN値50以上の上総層群を支持層とする、現場造成RC杭による杭基礎としています。

免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴムφ700～φ1300を計148基と直動すべり支承を16基、計164基使用しています。

免震装置は基本的に地下2階床下に免震ピットを設け設置していますが、南側アトリウム下と、北側屋外展示室部分は、地下なしの構造のため、この部分の免震装置33基は1階床下に設置しています。

表1 耐震性能目標

		稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
地震動レベル		レベル1	レベル2
地震動カテゴリー		C ₁	C ₂
上部構造の性能		短期許容応力度以内	弾性限耐力以内 最大応答層間変形角 1/200以下
免震部材の性能		水平変形量 0.26 m以下	水平変形量 0.40 m以下 積層ゴムの限界水平変形量に対する安全率 4/3以上 せん断歪 250%以下 引張力 1.0N/mm ² 以下
下部構造の設計	基礎	—————	水平震度 K _h = 0.2 に対して許容応力度以下
	擁壁	—————	水平震度 K _h = 0.4 に対して許容応力度以下
建築非構造部材等の設計	外装材	—————	層間変形角 1/200 で何ら損傷が起らないこと
	非免震部取合	—————	±(免震層の設計水平変位量 (0.40 m) + 取合部最大変位量) で何ら損傷が起らないこと
設備設計 (非免震部取合)		—————	全ての配管は±免震層の設計水平変位量 (0.40 m) で可動でき、何ら損傷が起らないこと
躯体のクリアランス		—————	免震層の設計水平変位量に対して、1.5 倍以上の安全率 (0.40 × 1.5 = 0.60 → 0.60 m)

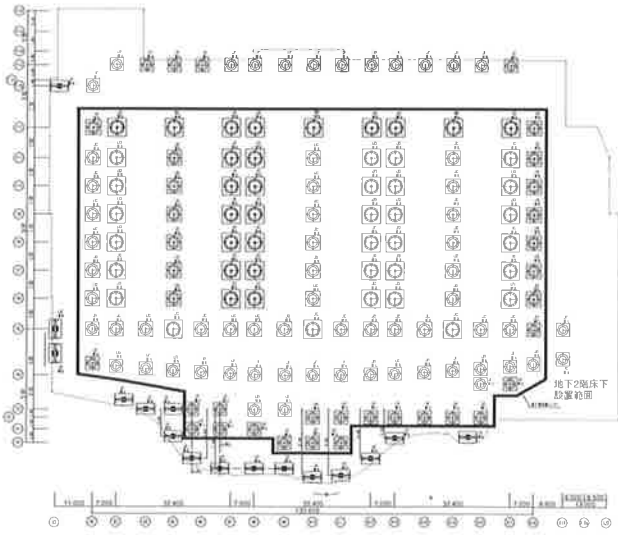


図4 免震層配置図

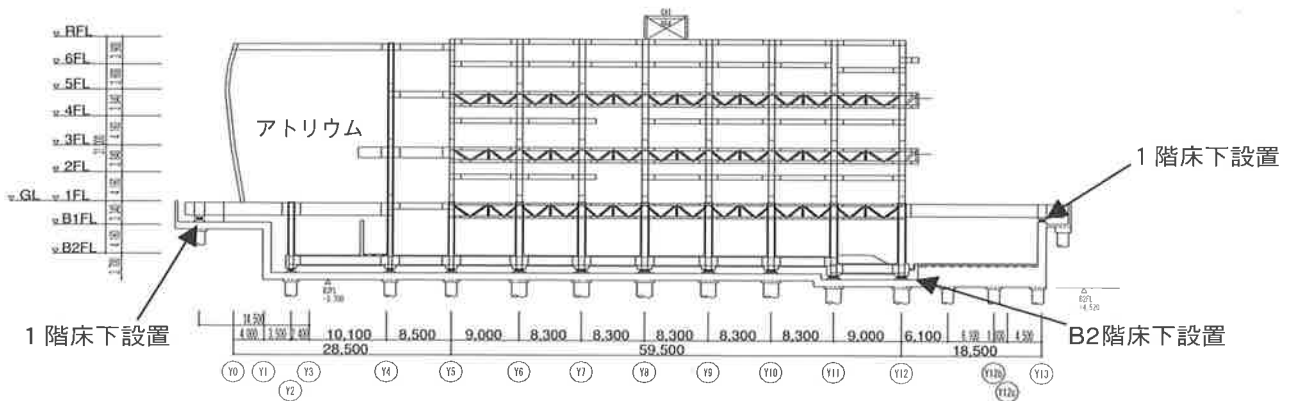


図5 免震装置の配置位置



図6 柱頭免震

3-2 地震時性能目標

地震荷重に対するクライテリアとして、表1を定め、各地震動レベルに対応した検討を行っています。

入力地震動としては、既往波の位相を用いた告示波3波により検討しています。

また、平面形が大きいので、立体モデルにてねじれの影響のないことを確認しています。

3-3 アトリウムの設計

アトリウムの高さは約23mあり、アトリウム内部を無柱空間とするために、ガラスファサードを支え

ている約2m毎に立てられたマリオンを構造に利用して、アトリウムの屋根を支える架構としています。

この構造マリオン材には、115mm×515mmの無垢のスチール（フラットバー）を用いています。ガラスファサードが3次曲面をなすため、マリオンは、最大2.8mの大曲がりをも有しており、構造マリオン材には最大9500Rの曲げ加工したものを使用しています。

ファサードの透明感を確保しつつ、サッシュ面の面内剛性を確保するために、マリオン間を約3m毎に横つなぎを設け、ラーメン構造としての剛性を確保しています。横つなぎは、60.5φと42.7φのパイプによる立体トラス梁としています。

また、屋根および上部サッシュ部分の地震力については、屋根面に水平ブレース設け、本体側に流す構造としています。

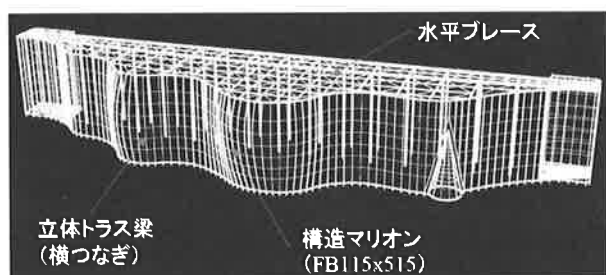


図7 アトリウムの構造概要

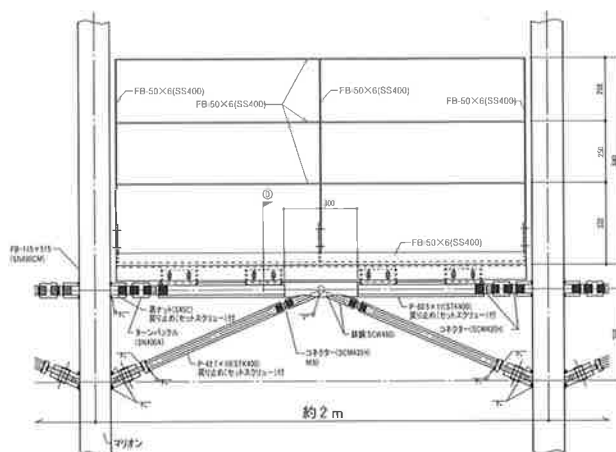


図8 アトリウム横つなぎ詳細

サッシュ面に加わる設計地震力は、免震構造を採用した利点を生かし、応答解析の結果を参考に静的震度水平0.3、鉛直0.6に対して許容応力度設計を行ない、サッシュ無目間の層間変形角が1/120以下となることを確認しています。

構造マリオン材については、大曲がりによるP-δ効果を考慮しており、また曲げねじれ座屈についても発生しないことを確認しています。

アトリウムの設計用風荷重は、極めて稀に発生する暴風として、施行令に対する1.56倍の風圧力を用いました。荷重ケースとして、屋根面に負圧が生じる場合及び、曲率部分に正・負圧が生じる場合についても安全性を確認しています。

また、温度荷重としてカーテンウォール面に70℃の温度応力を与え、マリオン材の座屈及び、外装材の著しい損傷が生じないことを確認しています。

地震時のアトリウムの安全性を検証するために、極めて稀に発生する地震動レベルにおける地震応答解析を行っています。

応答解析モデルは、横つなぎ材およびマリオン材を線材に置換した立体フレームモデルとし、本体部分は4本の大きな質点棒に集約しました。免震部材はMSSモデルを用いています。

応答の結果、水平動と上下動の同時入力の場合においても、最大発生加速度は水平方向で286cm/s²、上下方向で581cm/s²であることを確認しています。

ガラス面の最大層間変形は、1/260と静的に検討したときの半分程度となっています。

3-4 大スパン梁の設計

展示室の梁間方向34.2mの大スパンは、2.25mせいのトラス梁で構成されており、メカニカルウエハーとして床下空調に利用しています。

免震構造であるため、水平振動により励起される上下振動は減少するものの、上下地震動によるものは一般の建物と同様に作用するため、大地震時には1G程度の縦揺れが生じる結果となりました。

この対策として、メカニカルウエハー内に、錘重量約2.3tの上下振動用のTMD制振装置を1展示室あたり12基設置しています。

大地震時に起こる上下振動が約30%程度低減でき、大地震においてもスパン中央での上下振動変位を±25mm以下に制限できました。



図9 上下方向TMD制振装置



図10 マリオン横つなぎ



図11 アトリウム建て方風景

4. おわりに

本建物では、免震構造と制振装置を組み込んだ大スパン梁により、大空間の積層構造の設計が可能となりました。また、免震構造の水平力低減効果を利用し、3次曲面の透明感あるガラスファサードを持つ、いままでに類の無い大規模アトリウムを実現させています。

現在、平成18年度中の完成を目指し建設工事が進められています。アトリウムについても横つなぎ部分の実大実験など、設計検証を行いながら施工を進めています。平成16年夏には、アトリウムの骨組みが姿を現す予定です。