

日産先進技術開発センター 事務・厚生棟



西川 大介
日本設計



人見 泰義
同

1 はじめに

日産先進技術開発センターは、実験棟、パワープラント棟、事務・厚生棟からなり、将来の自動車のあり方を見据え、先端技術を駆使して研究開発を行う「先進技術開発」の拠点である。

本施設は、厚木の緑豊かな環境を活かしながら、先進技術開発業務にとって望ましいワークプレイスとして、「感性に働きかける心地良い刺激のあるワークプレイス」「コミュニケーションを活性化するワークプレイス」「自然の恵みを大胆に活用するワークプレイス」の3つのコンセプトのもとに計画された。

このうちの事務・厚生棟について、免震構造の採用により、設計コンセプトを「ガラス大屋根架構に覆われた雛壇状建物」として実現している。

2 建築概要

北に向かって緩やかにステップするワークプレイスが、日射を遮蔽しながら眺望を確保するメンテナンスデッキ兼用のルーバーを持つトップライトに覆われ、周囲の緑や空の微妙な変化を感じ取れる心地良い刺激に溢れるとともに、雛壇状の形態により、上下間のコミュニケーションを活性化するオフィス空間を創出している。

建 物 名 称：日産先進技術開発センター
事務・厚生棟

建 築 主：日産自動車株式会社

建 設 地：神奈川県厚木市森の里青山

敷 地 面 積：117,994.77m²

建 築 面 積：15,988.59m²

延 床 面 積：69,471.94m²

階 数：地上7階 地下1階 塔屋2階

最 高 高 さ：GL+41.24 m

用 途：事務所、駐車場

構 造 種 別：屋根 S造

地上 柱CFT造 梁S造(一部SRC造)

地下 RC造

基礎 直接基礎+杭基礎

構 造 形 式：地上 プレース付ラーメン構造

地下 耐震壁付ラーメン構造

設計・監理：株式会社 日本設計

施 工：清水建設 株式会社

工 期：2005年9月～2007年4月



写真1 建物外観



写真2 建物内観(ガラス大屋根)



写真3 建物内観（ワークプレイス）



写真4 建物内観（アトリウム）

3 構造計画概要

3.1 構造概要

本計画では、地下1階駐車場の柱頭に免震装置を配置した中間層免震を採用することにより、以下の目的を実現している。

- 雛壇状の架構をねじれから解放
- スレンダーなガラス大屋根架構
- 耐震性能の向上

本建物は、地下1階から地上2階の低層部が約100m×100mの平面形状を有し、2階から上へいくに従い北側が1スパンずつセットバックする雛壇状の架構を、透明感のあるトップライトとこれを支持するスレンダーで大変な屋根架構が覆っている(図1)。

基礎は、GL-5.0～-40.0mに存在する凝灰角礫岩を支持層として、直接基礎+杭基礎の併用基礎としている。直接基礎はマットスラブおよび独立フーチング基礎とし、杭基礎は場所打ちコンクリート杭としている。

地震力は、極めて稀に発生する地震動による動的解析結果に基づき設定した。

風荷重は、以下の設計条件を考慮・検討するため、風洞実験結果に基づき設定した。

- 約24度の勾配をもつガラス大屋根の採用
- 大面積のガラスカーテンウォールの採用
- 地形の影響

また、ルートCによる耐火検証を行い、大屋根架構、CFT柱を無耐火被覆とし、免震装置を厚さ50mmの耐火材で被覆している。

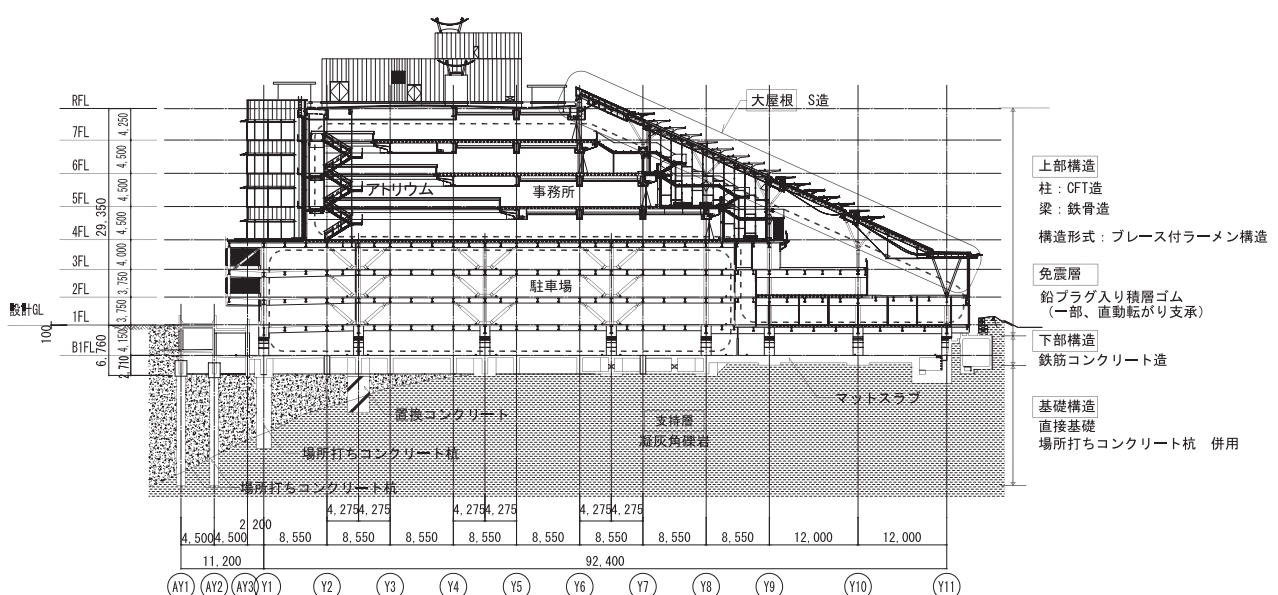


図1 構造概要説明図

3.2 本体架構の計画

本体架構は、免震効果を最大限に発揮する柱配置計画、1～3階の駐車場計画、4～7階の事務所計画を整合させるために、駐車場階と事務所階で異なる架構形式を採用した(図2)。

駐車場階は、8.55m×17.1mグリッドとして柱本数を減らすことで、免震装置に適切な軸力を負担させ、より大きな免震効果を得るものとした。車路計画により、Y方向がロングスパンとなるが、方杖ブレースを採用することで、有効スパンを小さくして梁せい、階高を抑えるとともに、水平力にも抵抗する(写真6)。方杖ブレースは、長期荷重を負担することから、耐火性能および座屈補剛性能を併せもつRC被覆アンボンドブレースとした。X方向には、必要な水平剛性と耐力を確保できる角形鋼管ブレースを採用した。

事務所階は、フレキシブルで連続性のある無柱空間とするため、X方向が25.65mのロングスパンとなり、その両側はブレースを配置したコアで構成される。

ロングスパン梁は、梁端部の曲げ応力が非常に大きいため、鉄骨梁およびRCスラブの重量は梁端部がピン接合の状態を受け、梁端部の曲げ応力を一部梁中央に負担させ、梁端部応力を軽減している。尚、ロングスパン梁については、長期荷重、極めて稀に発生する地震動時の動的解析により得られた地震荷重(水平および上下)の組み合わせ応力に対して、梁端部および中央に塑性ヒンジが発生しないことを確認している。

コア部のブレースは、X、Y方向ともに、水平剛性を確保し応答性状を改善するため、極低降伏点鋼LY-100を用いた二重鋼管座屈補剛ブレースを採用している。見えがかりとなるため、意匠性を考慮して外径φ216.3の円形鋼管とし、端部をピンディテールとしている(写真7)。

柱梁接合部は、免震構造で梁端部に大きな塑性変形が生じないこと、CFT柱のコンクリート充填性を考慮して、外ダイアフラム形式のEGコラム工法を採用した。

3.3 ガラス大屋根架構の計画

ガラス大屋根架構は、円形鋼管の下弦材、角形鋼管の上弦材および束材からなるフィーレンデール梁を8.55m×2.35mグリッドに組んだ単層構造としている。また、ガラスを支持するとともに、フィーレン

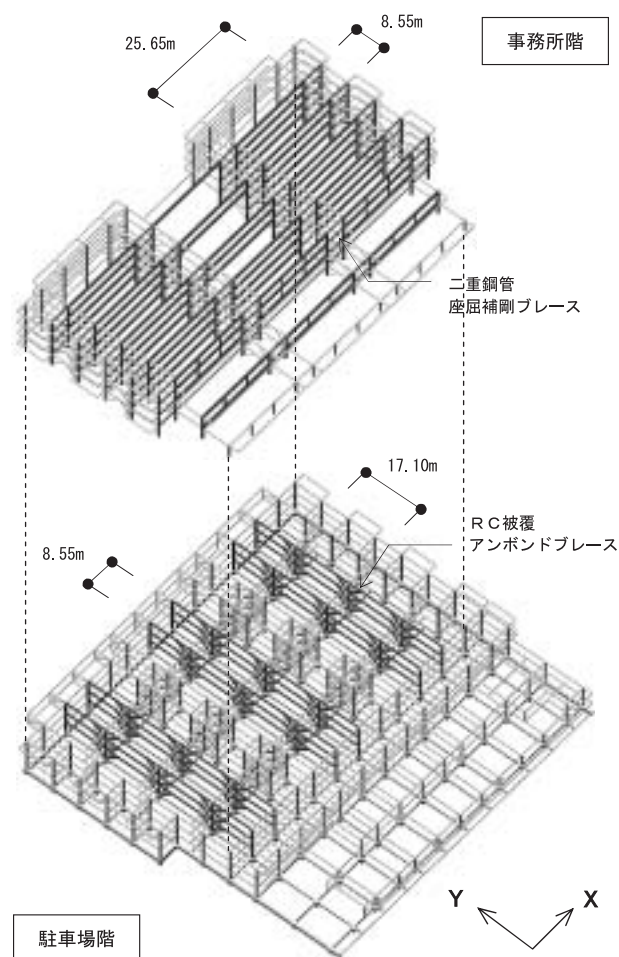


図2 駐車場階・事務所階の架構計画



写真5 建物内観(事務室空間)



写真6 RC被覆アンボンドブレース



写真7 二重鋼管座屈補剛ブレース

デール梁の座屈補剛および変形制御のため、上記グリッドを4分割 (@2137.5) する位置の上弦材レベルに繋ぎ材を設けている(図3)。

梁・梁接合部は、下弦材で、交差部シームレス鋼管 $\phi 216.3 \times 28$ に対して、勾配方向 $\phi 216.3 \times 12$ と直交方向 $\phi 139.8 \times 10$ が取り合う。上弦材では、交差部無垢材 $\square - 100 \times 100$ に対して、勾配方向 $\square - 100 \times 100 \times 12$ と直交方向 $\square - 100 \times 100 \times 9$ が取り合う。

大屋根架構は、本体架構を雛壇形状に沿って斜めに覆い、本体架構から立ち上がるY字柱で支持されている。Y字柱の分岐部には、意匠性と屋根からの応力伝達を考慮して鋳鋼を用いている(写真8)。

大屋根架構に作用する地震力は、Y字柱の剛性が方向により大きく異なるため、強軸(Y字柱面内)方向についてはY字柱で負担し本体架構に伝達する。弱軸(Y字柱面外)方向については、大屋根架構の最上部および最下部で本体架構と取り合う耐震要素により本体架構に伝達する。このとき、本体架構のコア直上に設けたブレースにより屋根の面内剛性を確保し、応力伝達を可能にしている(図4)。

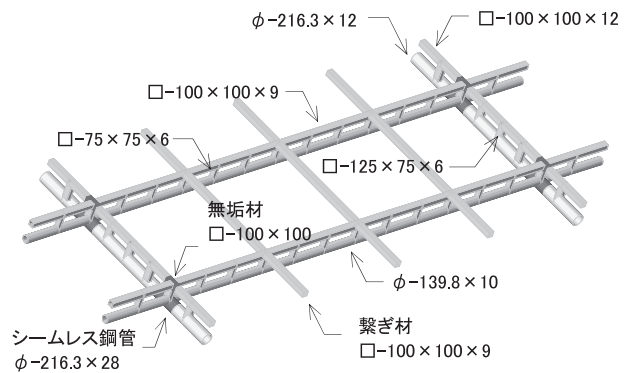


図3 大屋根架構詳細

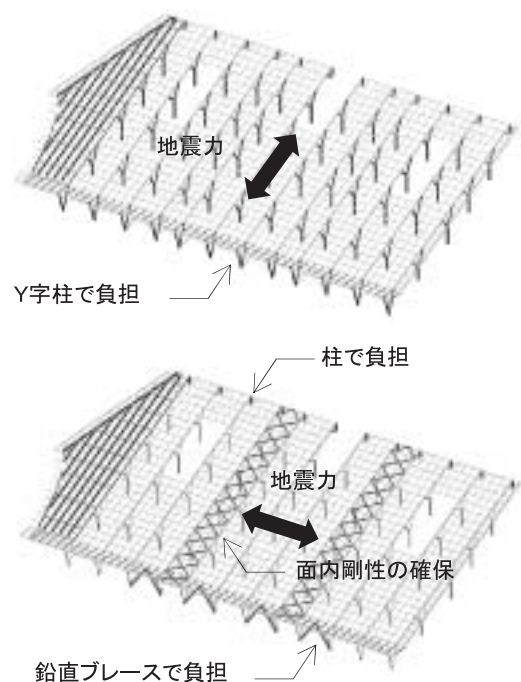


図4 大屋根架構の応力伝達



写真8 建物内観 (Y字柱、鋳鋼)



写真9 建物内観 (ガラス屋根、ルーバー)

3.4 免震層の計画

免震装置は、長期荷重時の軸力に応じて、鉛プラグ入り積層ゴム(111基)と直動転がり支承(20基)を配置し、免震層におけるねじれが小さくなるように計画している(図5)。

免震装置取り付け合いは、柱軸力がスムーズに伝達されるよう、免震装置上部アンカプレートに対して鉄骨柱をメタルタッチとしている。精度確保のため、免震装置に取り合う1FLレベルの大梁はすべて高力ボルト接合としている。また、せん断力と付加曲げに対しては、RC造フーチングを介して、鉄骨から免震装置へと応力伝達させるディテールとした(図6)。

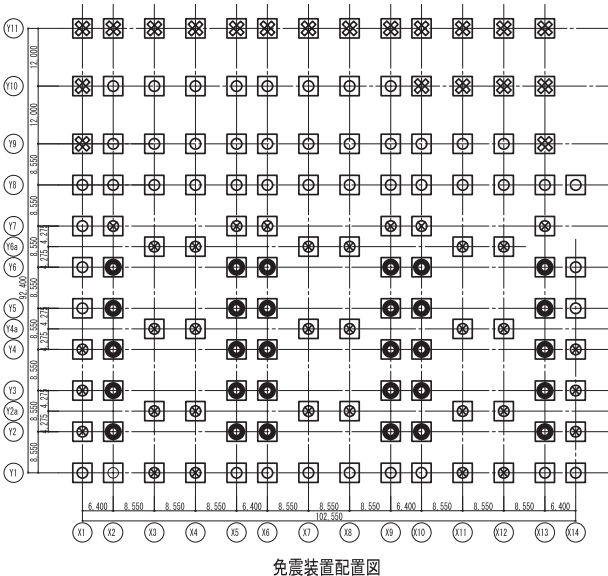


図5 免震装置配置図



写真10 免震装置(柱頭免震、耐火被覆)

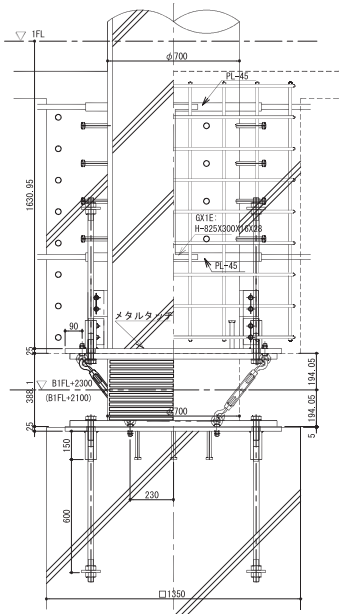


図6 免震装置取り付け詳細

4 地震応答解析

4.1 設計方針

建物の設計用地震力は、極めて稀に発生する地震動による予備応答解析結果に基づき設定し、各部材の静的設計を行う。また、表1に示す耐震性能目標を設定し、動的解析により建物の安全性を検証する。

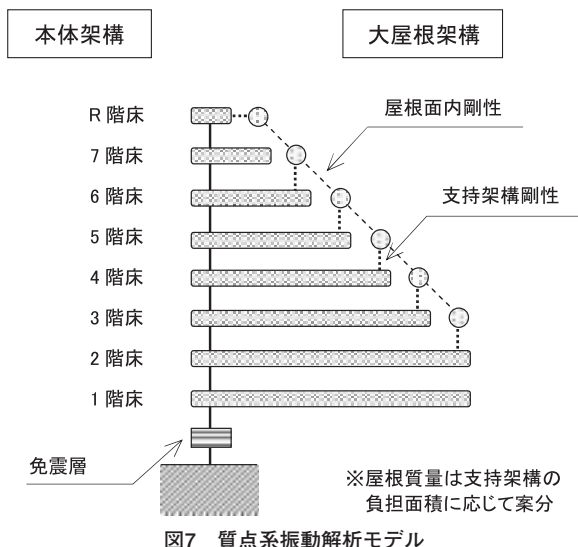
表1 耐震性能目標

	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
入力地震動	観測地震動 (最大速度25m/s)	観測地震動 (最大速度50m/s) 告示波1 (ランダム位相) 告示波2 (八戸位相) 告示波3 (神戸位相) サイト波1 (関東地震) サイト波2 (神縄・国府津-松田断層)
上部構造	短期許容応力度以内 最大層間変形角1/500以下	弾性限耐力以内 最大層間変形角1/300以下
免震部材	水平変形量12cm以下 (せん断ひずみ $\gamma=75\%$) 引張力が発生しない	水平変形量40cm以下 (せん断ひずみ $\gamma=250\%$) 引張力が1.0N/mm ² 以下
下部構造	短期許容応力度以内	弾性限耐力以内
外装材	補修の必要なしに継続使用可	有害な残留変形が起こらず シーリング材の補修で継続使用可

4.2 解析モデル

振動解析モデルは、免震層下部を固定として各階重心位置に質量を集約した14質点系(本体8質点+大屋根6質点)の等価せん断型モデルとする(図7)。地震動は、基礎および地下構造が十分に剛なものとして免震層直下のB1階柱頭位置に入力する。

設計用入力地震動の諸元を表2に、応答スペクトルを図8に示す。



4.3 応答解析結果

免震材料のばらつきを考慮して検討を行った結果、極めて稀に発生する地震動時において、耐震性能目標を満足することを確認した。

特に、免震層の応答変位については、支持層の傾斜による入力有位相差、併用基礎によるねじれを考慮した立体フレームモデルによる解析を行い、隅角部でも40cm以下となることを確認した。

4.4 大屋根架構の検討

水平方向の地震力は、図7のモデルを用いた極めて稀に発生する地震動時の応答解析結果より、水平震度 $K_h=0.3$ としている。上下方向の地震力は、大屋根架構が本体架構のロングスパン梁陸建柱に据付けられることから、立体フレームモデルを用いた上下動解析結果より上下震度 $K_v=1.0$ としている。また、本体架構に合わせて挙動することによる強制変形を考える。以上より、[固定荷重]+[水平震度 $K_h=0.3$]+[上下震度 $K_v=1.0$]+[本体架構からの強制変形]を設計用組み合わせ外力として、短期許容応力度設計を行っている。このとき大屋根架構の積載荷重は無視している。屋根の面内変形角は、稀に発生する地震動時で1/300、極めて稀に発生する地震動時で1/150以内としている。

5 おわりに

設計コンセプトをご理解いただき、本計画を実現させることができたことを建築主に深く感謝致します。また、清水建設をはじめとする工事関係者の皆様に深く感謝致します。

表2 設計用入力地震動諸元

地震波	稀に発生する地震動		極めて稀に発生する地震動	
	最大加速度 (m/s^2)	最大速度 (m/s)	最大加速度 (m/s^2)	最大速度 (m/s)
EL CENTRO 1940 NS	2.55	0.25	5.11	0.50
TAFT 1952 EW	2.48	0.25	4.97	0.50
HACHINOHE 1968 NS	1.67	0.25	3.33	0.50
告示波1	—	—	4.65	0.69
告示波2	—	—	5.38	0.76
告示波3	—	—	4.99	0.59
サイト波1	—	—	2.53	0.25
サイト波2	—	—	4.33	0.42

