

# SIA青山ビルディング



大井 英之  
鹿島建設

## 1 はじめに

JR渋谷駅から宮益坂をのぼり、こどもの城の手前を一步住宅街に踏み込むと端正な白いコンクリートの塔が見えてくる。建物表面にランダムにあいた四角い窓が孔あきチーズの塊を思わせる。これが建築家青木淳氏の手がけた9階建てのオフィスビルである。

青木氏は、ビルのオーナー会社シンプルクス・インベストメント・アドバイザーズから与えられた敷地面積約1,130m<sup>2</sup>、容積率415.2%の何気ない土地に、「山から削り出されたような」イメージで高さ64mのRC造建築物を計画した。平面形状は五角形をしており、階高6.4m、天井高4.9mの型破りなオフィス空間を持つこの建築物は、免震構造を前提として設計されており、免震建物の新たな可能性を示している。



写真1 建物外観

## 2 建物概要

- 建築物名称：SIA青山ビルディング  
 (申請時) (仮称) 青山プロジェクト  
 建設地：東京都渋谷区渋谷1丁目3番5号  
 建物用途：事務所、店舗  
 建築主：株式会社シンプルクス・インベストメント・アドバイザーズ  
 建築設計：(株)青木淳建築計画事務所(基本・実施)  
 構造設計：金箱構造設計事務所(基本)  
 KAJIMA DESIGN(実施)  
 設備設計：森村設計(基本)  
 KAJIMA DESIGN(実施)  
 施工：鹿島建設株式会社東京建築支店  
 延床面積：4,946.02m<sup>2</sup>  
 建築面積：515.51m<sup>2</sup>  
 階数：地上9階、地下1階  
 高さ：軒の高さ 57.6m  
 建物高さ 64.0m  
 最高高さ 64.0m  
 基準階高さ 6.4m  
 構造種別：地上階 RC造(一部鉄骨造)  
 地下階 RC造  
 架構形式：地上階 壁式構造  
 地下階 耐震壁付ラーメン構造  
 基礎形式：杭基礎(鋼管杭,認定工法)  
 免震構造：1階梁下と地階の間に免震層を設けた中間層免震構造  
 免震材料：鉛プラグ入り積層ゴム(12基)  
 剛すべり支承(2基)(補助免震材料)  
 工期：2006.11.30～2008.04.30

### 3 構造概要

#### 3.1 構造計画概要

本建物は、地上9階地下1階建、建物高さGL+64.0m、基礎深さGL-11.25mの鉄筋コンクリート造による超高層建物で中間階免震構造である。

耐震設計は、静的設計と動的設計の2本立てとし、耐震目標性能を表1に示す。静的設計では上部構造の設計せん断力を、レベル2地震応答解析の応答値を上回るように設定した。ベースシア係数は $C_B = 0.125$ と設定し、分布形は $A_i$ 分布とした。本建築物の基準階伏図と軸組図を図1、図2に示す。

#### 3.2 上部構造の設計概要

上部構造の平面形状は、一辺を13m~21mとする変形な五角形となっている。この外周に厚さ400mm~500mmの壁を配置し、外殻壁により壁式チューブ構造をなしている。外殻壁には、意匠上あるいは機能上の開口が約280開いているが、各階の開口率は9~18% (建物全体では14%)程度となっている。

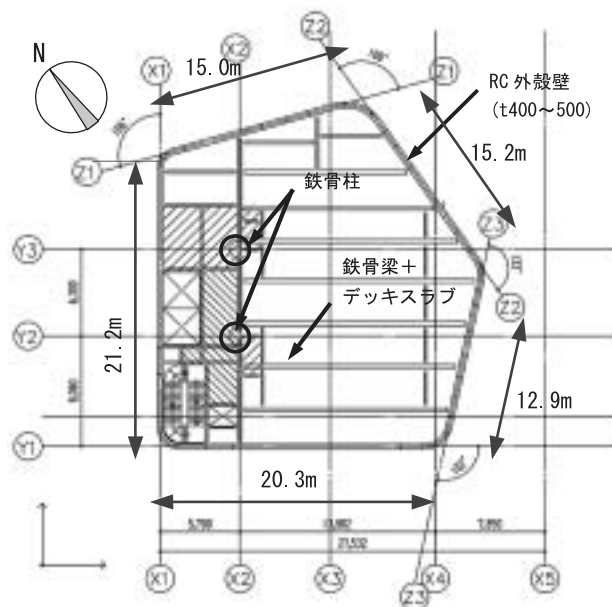


図1 基準階伏図

各階の床はデッキプレート捨て型枠によるRC床版で鉄骨梁のスパンは13.5m~16.5mである。1階床はRC造梁で支えているが、長大スパンのRC大梁の過大なたわみを防止するために剛滑り支承を梁中間に設置している。

階高は1~9階で6.4mとしており、意匠上、パラペット高さも6.4mで建物高さ64mとなっている。また、塔状比は2.9以下となっている。

使用材料は、コンクリートFc30 (外殻壁)~Fc24 (床)、鉄筋はSD390~SD295A、鉄骨はSM490BおよびSS400である。

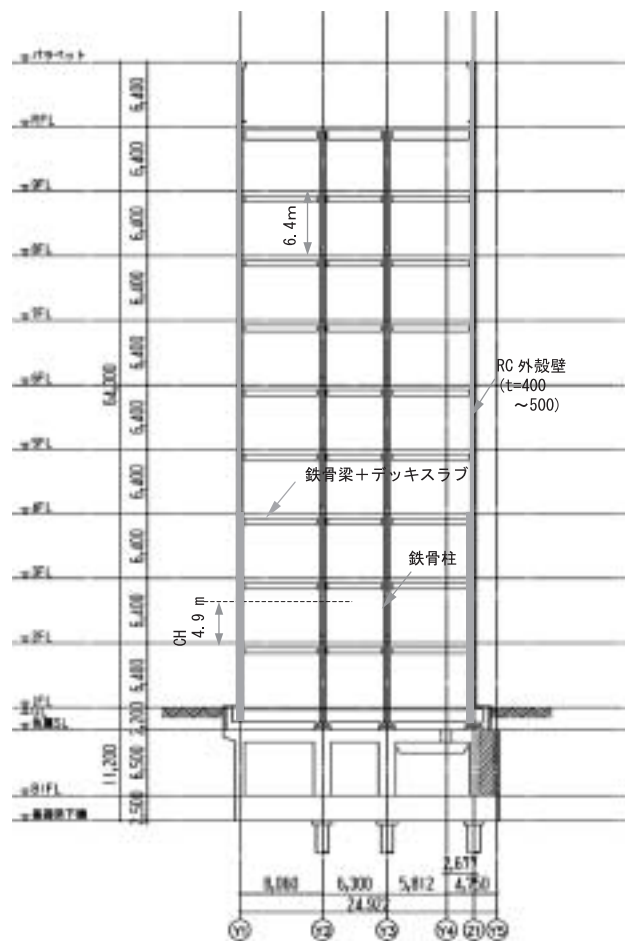


図2 X2通り軸組図

表1 耐震性能目標

地震動レベル	上部構造	免震部材	下部構造
レベル1 (稀に発生する地震動)	短期許容応力度 以内	—	短期許容応力度 以内
レベル2 (極めて稀に発生する地震動)	弾性限耐力以内	目標変形 40cm 以内 引張限界強度 1.0N/mm <sup>2</sup> 以内	弾性限耐力以内
余裕度確認レベル	弾性限耐力以内	免震クリアランス 55cm 以内 引張限界強度 1.0N/mm <sup>2</sup> 以内	終局強度以内

### 3.3 下部構造の設計概要

本建物における下部構造は、免震層床レベルより下部の地下階、基礎梁、杭から構成される。基礎形式は、GL-25.8m以深の東京礫層を支持層とする杭基礎で、鋼管中掘先端拡大根固工法(TBSR工法)を採用している。杭の軸径は1.0m~1.2m、拡底径1.5m~2.4mとしている。

### 3.4 免震材料の設計概要

免震材料は、850φ~1,000φの鉛プラグ入り積層ゴム12台と1階大梁下に補助免震として剛すべり支承(低摩擦タイプ)2台を使用した。レベル2応答変形時(γ=200%)の等価周期3~3.5秒、等価減衰25%以上、免震層の偏心率2%以内を目標として、外殻壁下および柱下に積層ゴムを配置している。レベル2地震動における相対水平変形は、設計目標変形の400mm以内にあり、積層ゴムに生じる引抜力は引張限界強度以内となるようにする。

図3に免震装置配置図を示す。

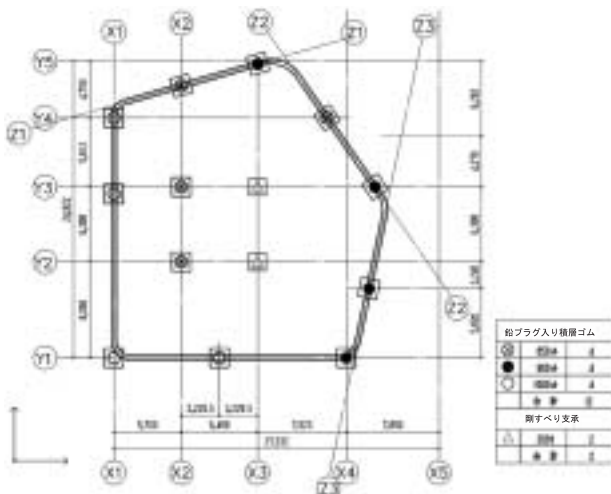


図3 免震装置配置図



写真2 鉛プラグ入り積層ゴム

## 4 応答解析概要

### 4.1 採用地震波

地震応答解析は、告示波3波、既往波3波(EL CENTRO、TAFT、HACHINOHE波)を採用した。

### 4.2 解析モデル

応答解析モデルは、建物平面形状の特殊性により、0°、45°、90°、135°の4方向の解析モデルを作成し、それぞれの方向について、10質点等価せん断型モデルを作成した。振動モデルの特性は、上部構造の壁と開口を忠実にモデル化した精算解析モデルにより評価し、履歴特性は弾性とした。(図4)

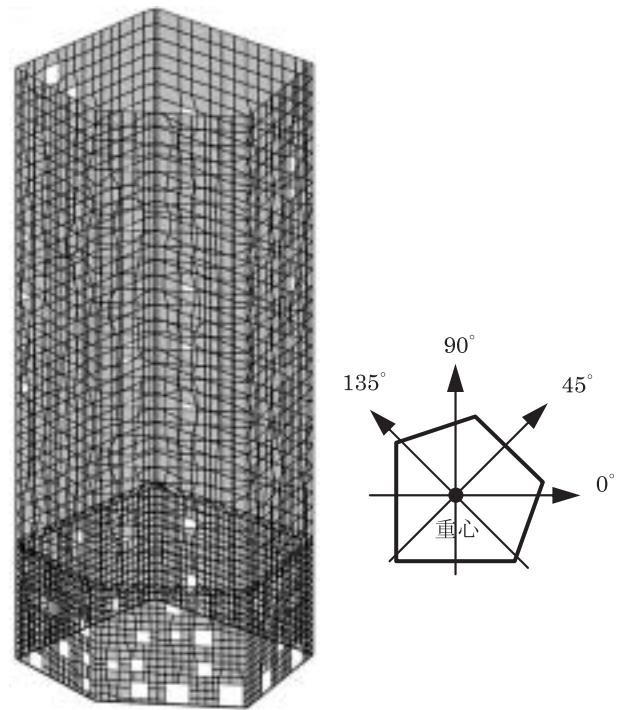


図4 精算解析モデル(FEM)

### 4.3 固有値解析結果

1階床位置固定時および免震層のそれぞれの変形時の建物全体の1次固有周期を表2に示す。

表2 1次固有周期一覧 (sec)

	δ (cm)	0° 方向	90° 方向	45° 方向	135° 方向
1階床固定時	0cm	0.426	0.398	0.417	0.408
微小変形時	2cm	1.593	1.588	1.591	1.590
レベル1相当	10cm	2.735	2.733	2.734	2.734
レベル2相当	20cm	3.402	3.400	3.402	3.401
大変形時	40cm	3.975	3.973	3.975	3.974

#### 4.4 応答解析結果

極めて稀に発生する地震時の0°方向の応答解析結果を図5に示す。いずれの地震動に対しても上部構造の最大応答層せん断力は設計せん断力以下であり、各部材は短期許容応力度以下(弾性限耐力以下)である。また、免震層の最大相対水平変形は最大で30.0cmであり、安定変形40cm以下である。いずれの応答結果も告示波が卓越していたが、表1に掲げた耐震目標性能は満足している。また、免震材料の特性変動を考慮しても積層ゴムに上向き震度0.19の力が生じるまで引抜き力が生じないことを確認した。余裕度検討レベルの地震動に対してもレベル2入力時と比較して応答が急激に変化することは無く、免震層の最大相対水平変形は最大で44.1cmであり、免震層のクリアランス55cm以下であった。

検討を行った4方向の結果はいずれもほぼ同様の応答性状を示し、5角形のチューブ壁が非常にバランスの良い安定した架構でかつ、剛性の高い上部構造が免震の効果を引き立てていることを物語っている。

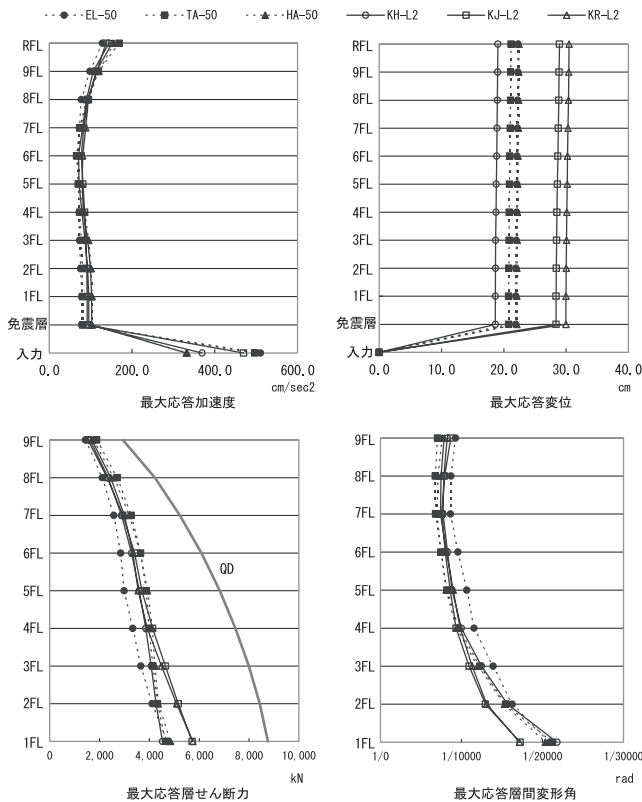


図5 応答解析結果 (0°方向)

#### 5 外壁のひび割れ対策

##### 5.1 外殻壁のひび割れ対策

図6に外殻壁の展開図を示す。外殻壁には1層6.4mの階高に7種類のサイズの窓が不規則に2段あり、合計で約280もの開口があいている。壁厚は400mm~500mmと厚く、意匠上誘発目地の類は一切無く、打継目地も見せない塗装仕上となっている。施工上、非常に難しい問題が課せられた。

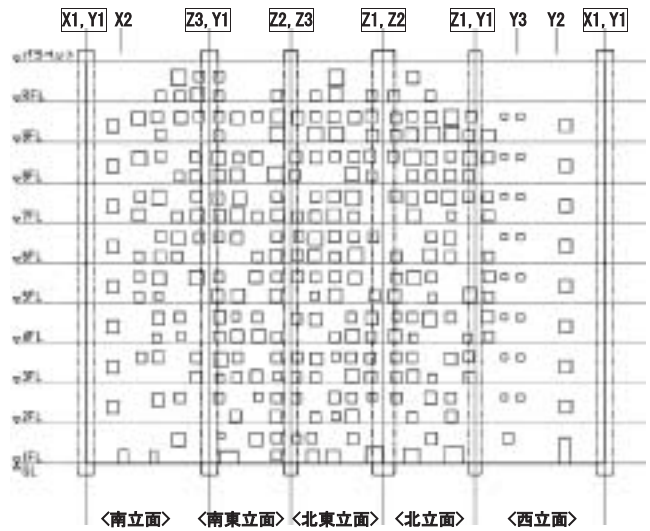


図6 外壁展開図

##### 5.2 ひび割れの原因、ひび割れ対策上の問題点

想定されるひび割れの原因として、①比較的壁厚が厚いことによる水和熱の発生。②乾燥収縮。③外気温や日射の変動に伴う温度収縮などが考えられる。また、ひび割れ対策上の問題点として①多くの開口があり、開口隅角部への応力集中が必至。②意匠上、誘発目地を設けられないなどがあげられる。

##### 5.3 調査における対策

調査においては、低熱セメント(中庸熱セメント)を採用しかつ、管理材令も56日として発熱原因のセメント量を減らした。骨材は、線膨張係数の低減を期待して石灰石骨材を採用した。更に膨張剤を用いてケミカルプレストレスを導入し、ひび割れ低減およびひび割れ成長の抑制を図った。

一方で、打設時には流動化剤を添加し、密実なコンクリート打設が行えるよう配慮した。



#### 5.4 配筋における対策

ひび割れ幅は鉄筋比を確保することで問題とならない幅に制御可能である。これにより、壁の鉄筋量の下限を応力によらず鉄筋比によって決定した。また、できるだけ鉄筋間隔を確保したり、斜め筋を無くすなどして、コンクリートの充填性を高めた。



写真3 壁配筋施工状況

#### 5.5 コンクリート打設における対策

密実なコンクリートを打設することが最も有効なひび割れ対策となる。6.4mの階高を3回に分け、コンクリートシューターを用いたり、ホースをコンクリート内に差し込んで打設するなど、材料分離に配慮した。また、締固めも型枠振動機や棒状パイプなどを用いて密実な打設を心掛けた。



写真4 南面,南東面外殻壁

#### 5.6 外装仕上における対策

外装仕上に用いる塗装材は、壁面のひび割れ幅に追従できる弾性と汚れが付きにくい低汚染性、また、躯体の水分が仕上でこもらないようにする透湿性が求められる。各種協議検討および試験を繰り返して、主材は透湿性と弾性のあるアクリルゴム系、上塗材は超低汚染、超耐久弱溶剤型特殊樹脂塗料となった。

### 6 まとめ

当物件のように、今まではコンセプトデザインどまりであった建物も、免震構造という技術的な裏付けとともに実現する時代となった。当プロジェクトは、建築家が一切の飾りの無い構造体で建築を表現したいという欲求を、免震の技術を駆使することで叶えることができた一例だと考える。

本建物は、2008年4月末に無事竣工を迎えました。このような独特な建物に関わる機会をお与え下さった施主シンプレクス・インベストメント・アドバイザーズ様および青木淳先生ならびに、設計、施工を通じて関係する皆様に、この場をお借りして御礼申し上げます。



写真5 屋内空間