としまエコミューゼタウン（南池袋二丁目A地区第一種市街地再開発事業）

山下　淳一　日本設計
池田　隼人　同
服部　敦志　大成建設
川岡　千里　同

1　はじめに

としまエコミューゼタウン（南池袋二丁目A地区第一種市街地再開発事業）は、低層部に東京都豊島区新庁舎、店舗および事務所が、高層部に集合住宅が入る複合開発ビルである。

災害対策活動・防災拠点として災害発生後も早期に建物を復旧し機能を維持することを目的として、庁舎と集合住宅の間の切替え階である10階を免震層とした、中間階免震構造を採用している。

2　建築概要

建物規模は、地上49階建てであり、低層部から10階の免震層までの高さが約50m、免震層より上部の集合住宅部だけでも高さ約139mと高層建物を2棟積層するように配置している。

平面形状としては敷地形状を余すところ無く利用することとして、北から南に向けて広がるような台形の形としており、やや北側にて高層集合住宅部を支えるような配置となっている。

集合住宅と庁舎のスパンの切り替えは、高層集合住宅部の下層部17階から、庁舎部すべての外周柱を斜め柱にすることにより実現している。

低層部中央に位置する吹抜け空間を通して、自然採光や自然通風・自然換気といった自然エネルギーのパッシブ利用（エコヴォイド）を行っている。高層集合住宅部直下には、専用の立体機械式駐車場を8階まで配置している。また、庁舎部南側8階に議場を配置し2層吹抜けとしている。高層集合住宅部でも、住宅を配置していない中央部は吹抜け空間としている。

10階の約半分は免震層として利用しているが、残りの南半分は、広大な屋上庭園（豊島の森：エコ

表1　建築概要

建築主	南池袋二丁目 A 地区 市街地再開発組合
設計・監理	日本設計
構造設計	日本設計、大成建設
外観(一部内観) デザイン監修	隈研吾建築都市設計事務所
ランドスケープ デザイン	ランドスケープ・プラス
施工	大成建設
所在地	東京都豊島区南池袋 2-24-24 外
主要用途	庁舎、住宅、事務所、店舗、駐車場
建築面積	5,319.74 m^2
延床面積	94,750.00 m^2
規模	地下 3 階、地上 49 階、塔屋 2 階
最高高さ	189.00 m
構造種別	RC 造、S 造、一部 SRC 造
基礎形式	杭基礎
免震層	地上 10 階　中間階免震
架構形式	純ラーメン構造

図1　完成予想図

ミューゼ）となっており、雨水循環システムによる小川が流れ、ビオトープを形成している。

低層階建物の外周を取り囲むように配置されたフレーム（エコヴェール）は、太陽光発電パネル、緑化パネル、ルーバーパネル、ガラスパネル等、多種多様なパネルを支えており、エネルギーを生み出しながら、光・熱・風・雨・音による環境負荷を軽減し、快適な生活環境を作りだしている。

3　構造概要

主体構造については、高層集合住宅部の居住性確保を前提に、住戸プランにおいて、採光の面からもそれほど大きな奥行きが必要ないことから、鉄筋コンクリート造（以下RC造）とすることを選択した。

住宅部の施工サイクルを短くし工期を短縮するために、プレキャスト工法を採用することとし、スケールメリットから、高層直下の免震層下部もRC造とすることとしている。

約189mと高層の建物を支えるために、柱には高強度コンクリートFc140を使用し、プレキャスト工場にて製作したピースを、現場にて大梁と組み合わせている。

一方、庁舎部では、執務空間のフレキシビリティを考慮して柱本数を縮減した鉄骨造とし、高層部直下のRC造の架構と平面的に混在させることとする。

鉄骨架構をRC架構と共存させるために、耐力の大きな高強度鉄骨として、柱の一部にBCP385を、大梁の一部にTMCP385を採用している。

地下構造は、外周の土圧を受ける耐力壁で大部分の水平力を負担する構造とし、1階スラブを500mm～800mmとして高層部からの水平力を外周部へ伝達する計画とする。ただし、建物中央部の立体駐車場周りの耐震壁等、バランス良く耐力壁を設けることとし、地下全体で剛性および耐力を確保する耐力壁付ラーメン構造で計画している。また、構造種別は、地上部分の下部構造（低層階）からの応力の流れを考慮して下部構造と同じく高層直下の柱は鉄筋コンクリート造、それ以外の柱は鉄骨造、地下階の梁については原則鉄骨造で計画し、地下構造の外周フレーム柱と耐力壁が取り付くフレームについては鉄骨鉄筋コンクリート造としている。

基礎については、場所打ちコンクリート杭を1柱1本で配置しているが、支える重量が大きく、軸径は2200～2700mm、拡底径が2500～4600mmと大径の支持杭を工学的基盤に支持させている。

図2　配置図

図3　断面図

図4　構造フレーム図

4　耐震設計方針

本建物の地震時性能目標は、以下の性能を満たすこととし、免震層のばらつきを考慮した応答値においても性能目標値を満足させる（ただし、一部を除く）。

極めて稀に発生する地震動による応答値に対して、短期許容応力度以下とし、更に大きな地震動を想定した終局状態時に部材のせん断保証設計を行っている。

			稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
地上部 11階以上	層せん断力		短期許容応力度以下	短期許容応力度以下(*)
	層間変形角		1/300 以下	1/200 以下
免震層	免震材料	鉛プラグ入り積層ゴム	0.20m(せん断歪 65～78%)以下 引張力が生じない 圧縮面圧 30N/mm²以下	0.50m(せん断歪 166～193%)以下 限界引張強度（1.0N/mm²）未満 圧縮面圧 30N/mm²以下
		直動転がり支承	許容圧縮（引張）耐力以下	許容圧縮（引張）耐力以下
		オイルダンパー	限界速度に対する安全率 2.0 以上 （0.75m/sec）	限界速度に対する安全率 1.5 以上 （1.0m/sec）
	設備配管		—	全ての配管は免震層の最大水平変形で可動でき、何ら損傷が起らないこと(0.60m)
	躯体のクリアランス		—	クリアランスは免震部材の性能目標値 0.50mに 1.2 倍の余裕を確保する(0.60m)
地上部 10階以下	層せん断力		短期許容応力度以下	短期許容応力度以下(*)
	層間変形角		1/500 以下	1/300 以下

(*)：免震層のばらつきを考慮した場合は弾性限耐力以下

5　免震システム概要

免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴム支承を採用し、長期軸力支持能力および周期特性の応答性能による剛性バランスを考慮した上で、稀に発生する暴風時に免震装置が降伏しないように鉛プラグ量を決定した。免震装置の配置図を図6に示す。

水平動＋上下動による引抜軸力が4隅の柱直下で発生するため直動転がり支承を配置して引き抜きに対応させている。また、免震層の許容変形はエレベータの変形性能を考慮すると400mm程度であり、変形を小さく抑えるためオイルダンパーを配置する。

免震層の躯体クリアランスは600mm以上としているが、中間階免震のため擁壁がなく、変形が800mmを超えると直動転がり支承のレールから外れて転倒する可能性があるので、免震層にストッパーの基礎を設けている。

6　時刻歴応答解析概要

免震装置剛性標準時の時刻歴応答解析結果（レベル2最大応答層間変形角）を図7に示す。免震層上部の高層棟は最大層間変形角1/260程度、耐震構造である下層階についても10階の免震層の影響により地

図5a）　低層階梁伏図

図5b）　高層階梁伏図

図6　免震装置配置図

表2　免震装置リスト

免震材料					
種別	記号	ゴム径	鉛プラグ	ゴム層厚	個数
積層ゴム支承（角型）		1300	140φ×4	259	20
		1400	150φ×4	280	10
		1500	160φ×4	301	2
直動転がり支承		CLB3120FH			4
オイルダンパー		BDS120-1600-B-1 （最大減衰力1000kN）			16

震力が低減され1/320程度の応答値となっており、性能目標以内であることを確認している。

免震層の最大変形は、極めて稀時の告示波では約330mm、長周期波では約430mmであり、性能保証変形に対して十分余裕のある結果となっている。

免震装置のエネルギー吸収量は、極めて稀時の告示波で約40％、長周期波および東海東南海波では約70％となっている。

7　施工計画

7.1　地上躯体

地上部鉄筋コンクリート工事には、現場打ちコンクリートのみによる「在来工法」と、PCa部材を用いる「RC積層工法（柱梁接合部PCa化）」「RC積層工法（柱梁接合部現場打設）」を採用している。

柱梁接合部現場打設の範囲は、地上1階柱から9階柱まで、柱梁接合部PCa化は、地上12階柱から塔屋までとする。

7.2　逆打ち工法（PCa構真柱の採用）

地下躯体の施工には「逆打ち工法」を採用する。一般的な逆打ち工法の構真柱は鉄骨柱であるが、本建物では、高層棟直下の高強度鉄筋コンクリート柱の構真柱をプレキャスト化することにより、これを本設躯体としてそのまま活用できるようにし、地下工事の合理化と工期短縮を図っている。また、地下階柱のコンクリート強度をFc140とすることにより、部材断面を縮小し構真柱建込時の重量を低減させることに努めた。プレキャスト構真柱は5分割して製作し、仮設のプレストレス鋼棒で締め付けて楊重し杭穴に建込施工する。図9にPCa構真柱の建込手順および写真を示す。

8　まとめ

本報では、中間階免震構造を採用した『としまエコミューゼタウン』の構造設計の概要を報告した。

池袋駅からもほど近い豊島区庁舎は、有事の際の拠点ともなり、高い耐震性能が要求される建築物であるが、中間階免震構造を採用したことによりその機能を十分に発揮できるものと期待している。

今回この建物の設計および監理に携わることができて大変光栄に思うとともに、お客様である南池袋二丁目A地区市街地再開発組合の皆様に厚くお礼申し上げます。

図7　レベル2応答値（最大応答層間変形角）

図8　エネルギー分担率（告示神戸波）

図9　PCa構真柱建込