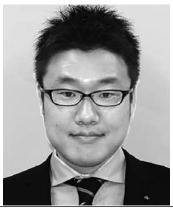
大宮区役所新庁舎



坂口　裕美　　柴田　宜伸　　森　光哉　　島村　高平
大成建設　　同　　同　　同

1　はじめに

平成24年5月に昭和41年竣工の現大宮区役所庁舎の老朽化のため、新築建替えすることになった。製糸業で近代化を支えた大宮の歴史から着想し、「まちを紡ぐ、人を紡ぐ、時を紡ぐ」というコンセプトから、外観は絹糸を、構造体は織枠をイメージし、シンボリックな庁舎を整備した。本施設は地域防災拠点としての機能を有し、地震時の来庁者や職員の安全性の確保と庁舎機能の維持を目的に免震構造を採用している。

図1　外観パース

2　建築概要

建　設　地：埼玉県さいたま市大宮区吉敷町
用　　　途：庁舎、図書館、店舗、自動車車庫
延 床 面 積：約23,480m^2
建 物 高 さ：33.3m
階　　　数：地下1階、地上6階
構 造 種 別：鉄骨造
基 礎 種 別：杭基礎
免 震 部 材：天然ゴム系積層ゴム支承、オイルダンパー
設　計　者：久米設計・シーラカンスK&H・大成建設共同企業体
監　理　者：久米設計・シーラカンスK&H工事監理共同企業体
施　工　者：大成・佐伯・柏木特定建設工事共同企業体

計画地は、敷地の東西が通りに面しており、建物へ3方向からアプローチできる市民に開かれた庁舎となっている。西側大通りに面した「西側アプローチゾーン」、山丸公園の連携を確保した「北側アプローチゾーン」、氷川参道沿いの豊かな緑地を保存し、災害時には庁舎と連携しながら活動ができる「氷川参道に面した憩いと防災ゾーン」の3つのゾーンが、あらゆる市民を招く建物の顔となる。1〜3階には区役所窓口、交流機能、図書館など市民利用頻度の高い機能を配置し、4〜6階には庁舎機能のうち、各部門事務室等専門性の高い執務室を配置している。1、2階のふれあいスペースと2、3階の図書館機能をらせん状にステップアップするスパイラル空間で連続させることで、利便性と直感的なわかりやすさを重視した建築計画としている。

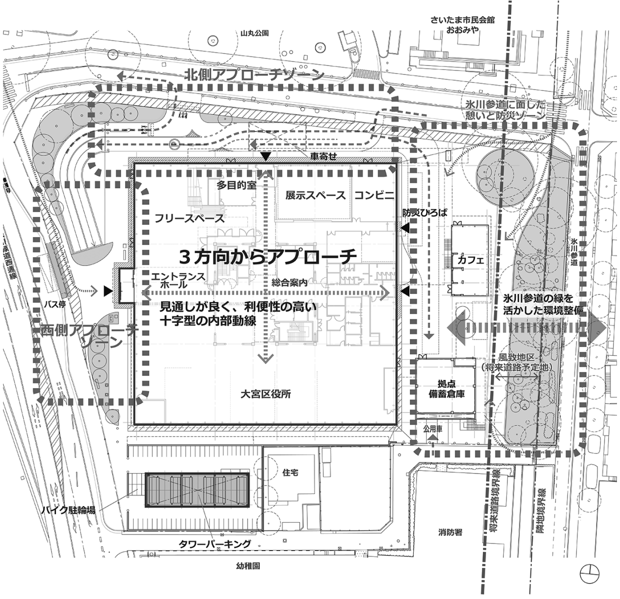


図2　配置図

３ 構造概要

3.1 構造計画概要

本建物は、54m×54mの平面形状を有し、地上6階地下1階の建物である。地上の構造は鉄骨造を基本とし､コアを構成する1階～3階の柱をCFT造とした。建物中央部に配置されたコア部分には、X・Y方向ともにブレースを配置し、建物に必要な剛性と耐力を確保している。階高は、1・2階が4.7m、図書館階（3階）が5.5m、一般階となる事務所階（4階～6階）は4.2mとなっている。ブレースをコア部分に集約配置し、水平力のほとんどを負担させることで、外周部の柱は長期軸力のみを負担するスレンダーな柱とすることができ、建物外周の空間はフレキシブルなデザインが可能となる計画とした。なお、地下の構造形式は、RCの耐震壁付ラーメン構造とし、地下1階柱頭免震を採用している。

3.2 免震計画

免震システムは天然ゴム系積層ゴム＋オイルダンパーを採用した。天然ゴム系積層ゴムは、コア部分をφ1100mmおよびφ900mm、外周をφ800mmとし、免震周期は4.5秒とした。オイルダンパーは最大減衰力1000kNタイプを採用し、各方向10台配置した。なお､免震層の水平クリアランスは585mmに設定した。

3.3 耐震設計クライテリア

建設省告示第1461号に示されている稀に発生する地震動（レベル1)､極めて稀に発生する地震動（レベル2）の入力レベルに対して設定した耐震性能の目標値を表1に示す。床の応答加速度を250gal以内と設定したほか、上部構造の応力はレベル2地震動において許容応力度以内とした。

表1　耐震設計クライテリア

地震動のレベル		レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
国交省告示での呼称		稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
設計用せん断力係数		CB=0.160　（分布形は応答解析結果により決定）	
上部構造	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内
	変形	層間変形角 1/400 以内	層間変形角 1/400 以内
	加速度	各階床応答加速度 250gal 以内	各階床応答加速度 250gal 以内
免震装置	応力	【積層ゴム支承】 ・短期許容応力度以内 （基準面圧×2.0 以内） ・引張力が生じない 【オイルダンパー】 ・最大限界速度 150cm/s 以内 ・許容ストローク 650mm 以内	【積層ゴム支承】 ・短期許容応力度以内 （基準面圧×2.0 以内） ・引張限界強度(1.0N/mm²)以内 【オイルダンパー】 ・最大限界速度 150cm/s 以内 ・許容ストローク 650mm 以内
	変形	せん断歪 250%(390mm)以内	せん断歪 250%(390mm)以内
	クリアランス	構造体のクリアランス 585mm 以上	
地下構造	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内
	変形	層間変形角 1/500 以内	層間変形角 1/500 以内
基礎	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内
杭	応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内
	変形	杭頭回転角が許容回転角以内	杭頭回転角が許容回転角以内
	支持力	短期許容支持力以内	短期許容支持力以内

図3　内観パース（スパイラル空間）

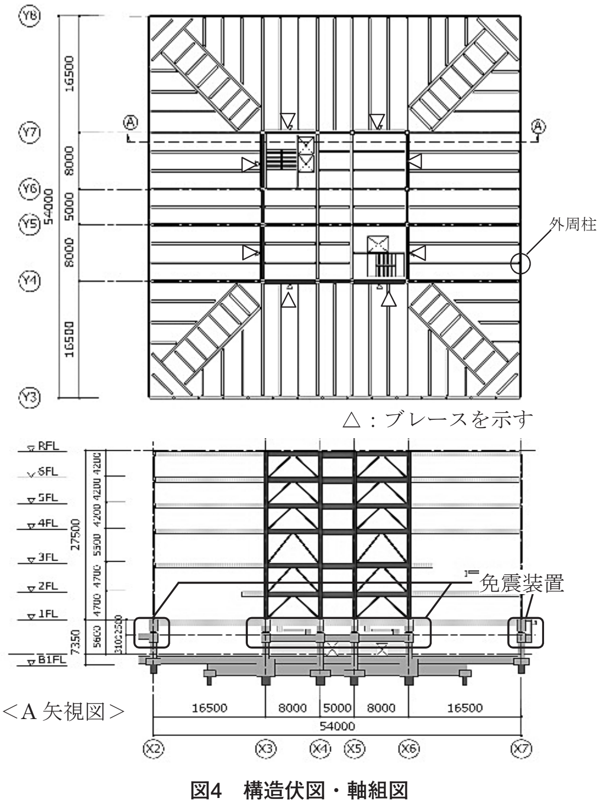


図4　構造伏図・軸組図

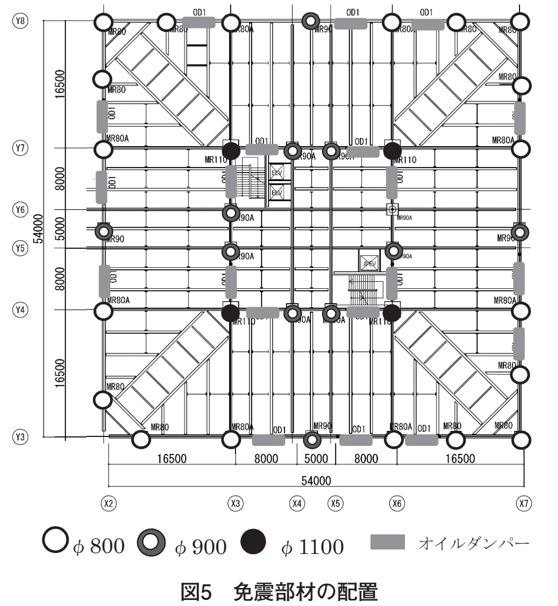


図5　免震部材の配置

4 時刻歴応答解析概要

4.1 設計用入力地震動

稀に発生する地震動（レベル1）および極めて稀に発生する地震動（レベル2）として「告示波（位相：El Centro NS）」「告示波（位相：Hachinohe NS）」「告示波（位相：JMA KOBE NS）」の工学的基盤波3波を作成した。また、計画地周辺の過去の地震を考慮し、サイト波（水平動および上下動）として「大正型関東地震」、長周期地震動として「東海・東南海・南海連動地震」を採用した。

4.2 解析モデル

振動解析モデルは地下免震支承下部を固定とし、地上6層を質点に置換した等価せん断型とした。フレームの復元力特性はせん断成分を弾性として扱い、曲げ成分は考慮しないものとした。免震層の復元力特性は、積層ゴム支承とオイルダンパーを並列に配置し、オイルダンパーは装置剛性を考慮しダッシュポットと弾性バネの直列要素（Maxwellモデル）とした。減衰定数は上部構造の1次振動数（免震層床固定時）に対し、h=0.01の剛性比例型の内部粘性減衰を与えた。

応答解析に際し、設計上考慮した天然ゴム系積層ゴムの変動特性を表3に示す。オイルダンパーの変動特性は、製品と温度のばらつきを考慮し、±18％としている。

4.3 解析結果

レベル2応答のX方向の結果を図6に示す。上部構造の最大応答層せん断力係数は、設計用せん断力係数以下である。加速度についても250gal以内であることを確認した。最大層間変形角は、Y方向・ばらつき＋側で1/457（告示波（神戸位相）、3階）であり、1/400以下であった。免震層の最大相対変形は、ばらつき＋側で告示波神戸位相において、378mm（せん断ひずみ242%）となり、せん断ひずみ250％（390mm）以内である。

以上により、免震支承の変動特性を考慮した時刻歴応答解析結果は、何れも耐震設計クライテリアを満足していることを確認した。

4.4 風に対する免震装置の検討

極めて稀な風荷重は極めて稀な地震力と比較すると12％と非常に小さいが、風外力が“長時間繰り返し作用する”ということに対し、仮に極めて稀な風荷重が2時間継続した場合のオイルダンパーの温度上昇についての検討を行った。

風荷重のうち、変動成分による免震層の変形は、オイルダンパーがないものと仮定して算出した場合に4.3cmとなった。その変位から最大速度Vmaxを求めると、5.97cm/sec（0.060m/sec）となる。オイルダンパーの温度上昇は、総サイクル時のエネルギー（ΣEw）が全て温度上昇に代わると仮定し、下記の式で算出した。

$$T_{oil} = \frac{E_{oil}}{(V_s \rho_s C_s + V_0 \rho_0 C_0)} + t_a$$

表2　設計用入力地震動

地震動波形名称	稀に発生する地震動（レベル1） 最大加速度 (cm/sec²)	稀に発生する地震動（レベル1） 最大速度 (cm/sec)	極めて稀に発生する地震動（レベル2） 最大加速度 (cm/sec²)	極めて稀に発生する地震動（レベル2） 最大速度 (cm/sec)	時間刻み (sec.)	解析時間 (sec.)
告示波（El Centro 位相）	58.3	18.9	291.5	69.8	0.01	120.00
告示波（八戸位相）	70.3	19.3	351.6	48.1	0.01	327.68
告示波（神戸位相）	74.1	11.5	370.4	60.2	0.01	163.84
EL CENTRO CALIF. NS (1940)	255.4	25.0	510.8	50.0	0.02	53.76
HACHINOHE NS (1968)	174.5	25.0	349.0	50.0	0.01	234.00
TAFT　CALIF. EW (1952)	248.3	25.0	496.6	50.0	0.02	54.40
サイト波 大正型関東地震　NS	-	-	95.0	27.6	0.01	302.00
サイト波 大正型関東地震　EW	-	-	129.8	40.3	0.01	302.00
サイト波 東海・東南海・南海連動地震 NS	-	-	73.0	39.7	0.01	655.36
サイト波 東海・東南海・南海連動地震 EW	-	-	76.8	33.3	0.01	655.36

表3　天然ゴム系積層ゴム支承変動特性

	ばらつき－	標準	ばらつき＋
製造	-10.0%	～	10.0%
経年変化	0.0%	～	10.0%
温度依存	-5.0%	～	5.0%
ひずみ依存	-10.0%	～	0.0%
計	-25.0%	～	25.0%
水平剛性 (kN/m)	31748	42330	52913

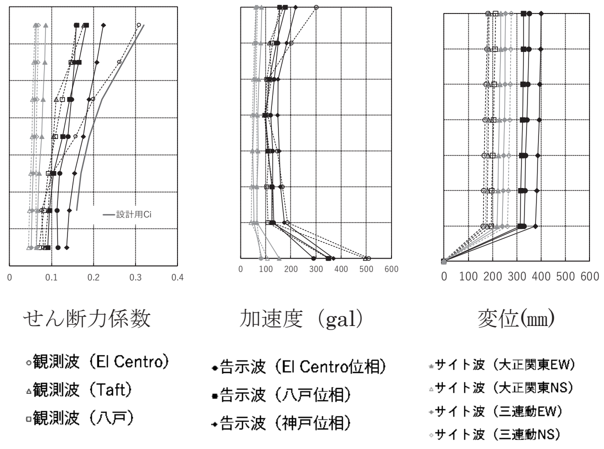


図6　応答解析結果（X方向）

表4に検討結果を示す。オイルダンパーの温度上昇は53℃、初期温度20℃とした場合のダンパー温度は73.9℃となり、極めて稀に発生する風荷重が2時間継続した場合においても、80℃以下となっており、オイルダンパーの性能に問題ないことを確認した。

表4　オイルダンパーの温度上昇算出

項目	単位	値	参考
風再現期間	年	500	
風時最大免震層変形D	cm	4.3	変動成分の変形
建物周期T	s	4.524	
最大速度V	cm/s	6.00	
ダンパー初期減衰係数C1	kN･s/m	2500	1台あたり
ダンパー最大減衰力Fmax	kN	150	1台あたり
ダンパー1サイクル時の吸収エネルギーEw	kN･m	20.3	1台あたり
風継続時間	h	2	
総サイクル数	回	1591.5	
ダンパー総サイクル時の吸収エネルギーΣEw	kN･m	32249	1台あたり
ダンパー温度上昇分	°	53.9	1台あたり
ダンパー温度	°	73.9	1台あたり

5　ハイブリッド柱の採用

長期軸力のみを負担する外周柱のうち、3階の図書館部分には、公共施設の木質化の推進に配慮し、鋼材と木によるハイブリッド柱を採用した。図7にハイブリッド柱配置図、図8にハイブリッド柱の断面構成、図9に3階図書館部の内観パースを示す。

鉛直軸力を直接負担する鋼材（角形鋼管□200×12）の周りを木材（集成材外径360mm）で被覆し、座屈補剛と断熱に利用した。さらに、1時間の耐火性能を確保するため、両材料の間にけい酸カルシウム板を配した断面構成とした。

図10には、実大のハイブリッド柱の単調圧縮加力試験結果のうち、荷重ー変形関係を示す。鋼管のみの座屈荷重に対し、ハイブリッド柱は耐力の上昇がみられ、集成材による鋼管に対する座屈補剛効果が確認できた。また、載荷加熱試験を通じて1時間の耐火性能を有することを確認し、大臣認定を取得している。集成材には埼玉県産のヒノキ材を採用しており、木材を現しとすることで、構造材兼耐火材の木材がそのまま仕上げ材にもなっている。

6　おわりに

本建物は、2017年7月に着工し、2019年5月の開業に向けて建設工事が進んでいる。1・2階および2・3階をらせん状につなぐスパイラル空間は工事中を見てもとても気持ちの良い空間となっている。竣工後、多くの市民の集いの場となることを期待している。

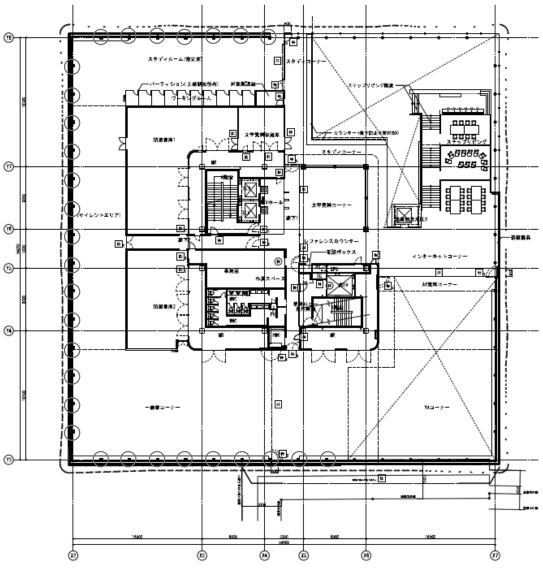


図7　ハイブリッド柱配置図（3階）

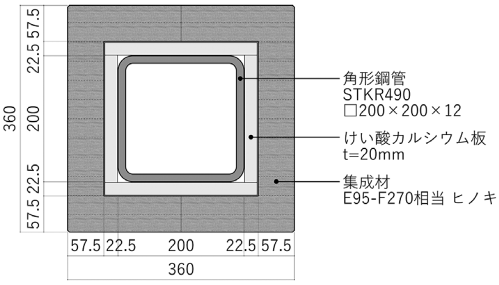


図8　ハイブリッド柱　断面構成

図9　3階図書館部　内観パース

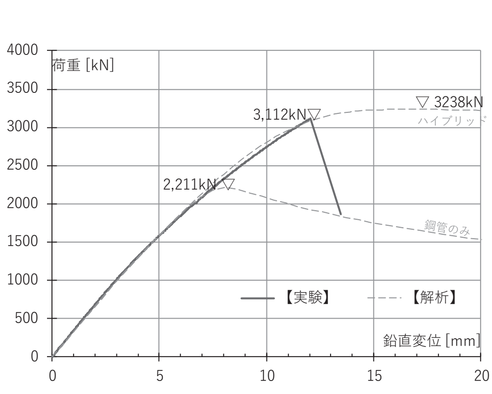


図10　ハイブリッド柱　荷重ー変位関係