

立川市庁舎



城戸 隆宏
山下設計



古藤 智之
同

1 はじめに

現市庁舎の老朽化に伴い建て替えが計画されている立川市庁舎は、市民自治の拠点としての役割を期待されている。市民参加型の市政の実現を意図し、空間的にワンフロア約6,000m²の事務室及び議会諸室が3層構成となる大規模低層平面の構成としている。建築計画上の特徴は以下の通りである。

- ・屋上緑化、自然通風をはじめとする自然エネルギーの積極的利用
- ・免震構造による安全性の確保
- ・プレキャストプレストレスト構造(PCaPC造)採用による躯体の長寿命化

2 建築概要

建物名称：立川市庁舎

建築場所：東京都立川市泉町1156番9

用 途：事務所(市庁舎)

建築主：立川市

設計者：野沢正光・山下設計 設計共同体

監理者：野沢正光・山下設計 設計共同体

施工者：戸田建設(株) 東京支店

建築面積：6,908.80m²

延床面積：26,025.43m²

階 数：地上4階、地下1階

軒 高：GL+18,860m

最高部の高さ：GL+19,060m

構造種別 地上階：PCaPC造+鉄骨造

地下階：鉄筋コンクリート造

基 礎：直接基礎(独立基礎、一部布基礎)



図1 完成予想パース

3 構造概要

構造計画の基本方針としては、用途が庁舎であることと、100年建築を目指す耐震性能のグレードを実現するために、極めて稀に発生する地震動に対しても建物の安全性を保持し、損傷を最小限に抑えることを目的として、免震構造を採用している。また、免震構造を採用することで耐震性能の向上のみならず上部構造のデザイン的なフレキシビリティも可能としている。

主な構造的特徴を以下に示す。

- ・上部構造は組立て圧着工法によるPCaPC造を主体とした構造である。
- ・桁梁およびリブ付床版から構成されるPC部材は鋼管組柱によって支持されている。鉛直荷重は鋼管組柱が、水平荷重に対しては組柱間に配されたPC耐震壁（一部鉄骨ブレース）を抵抗要素としている。
- ・空間モジュールを短手方向8.4m、長手方向16.8m、階高3.9mとして全体を構成している。各階の床を構成しているPC版は、スパン長16.8mを基本としている。
- ・PC造の採用により大スパン化することで、免震装置台数を少なくして建物の長周期化を図っている。

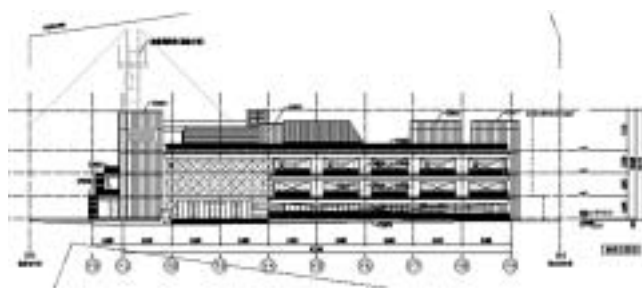


図3 立面図

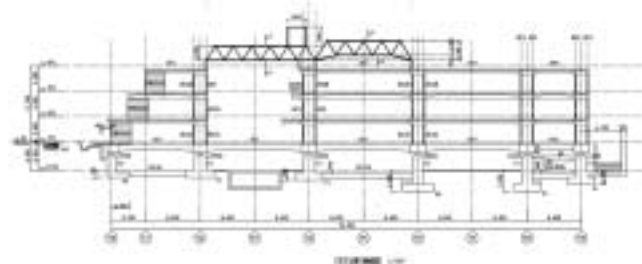


図4 軸組図

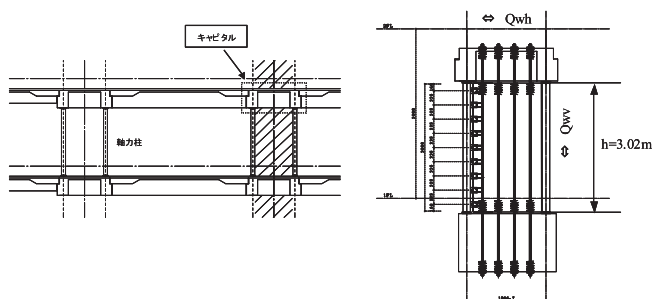


図5 PC耐震壁詳細

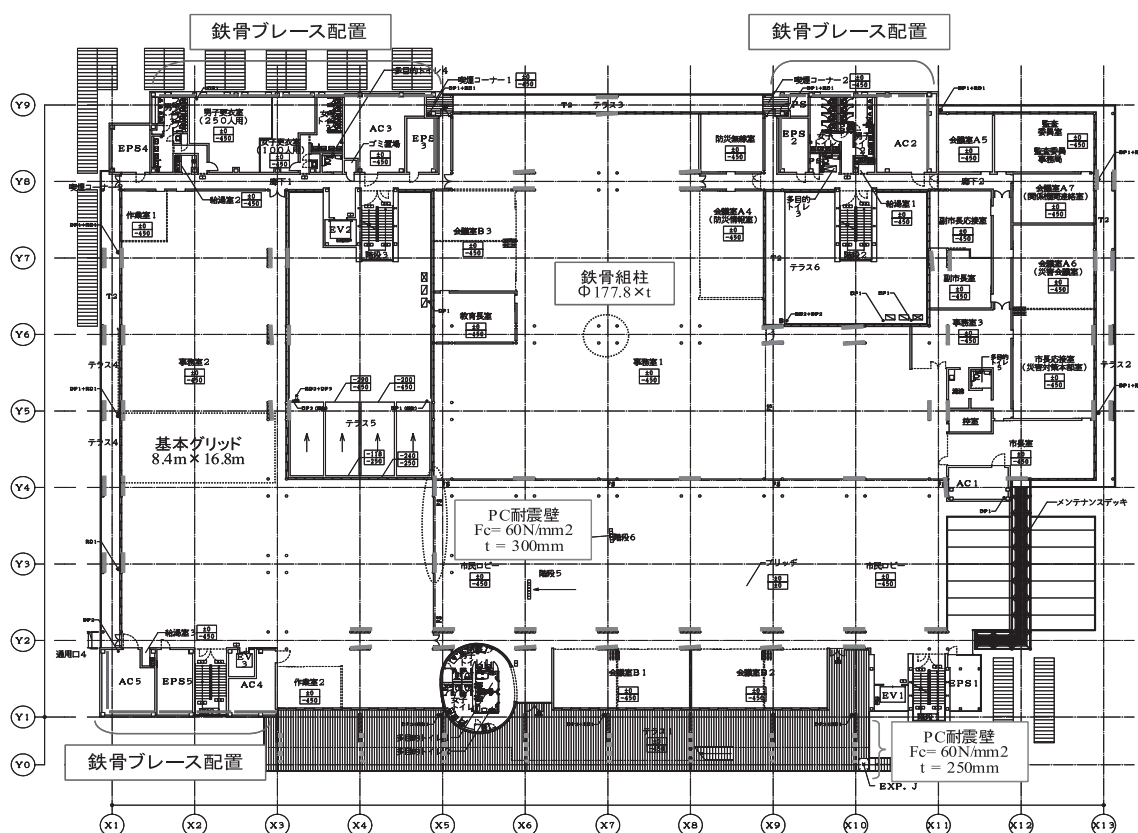


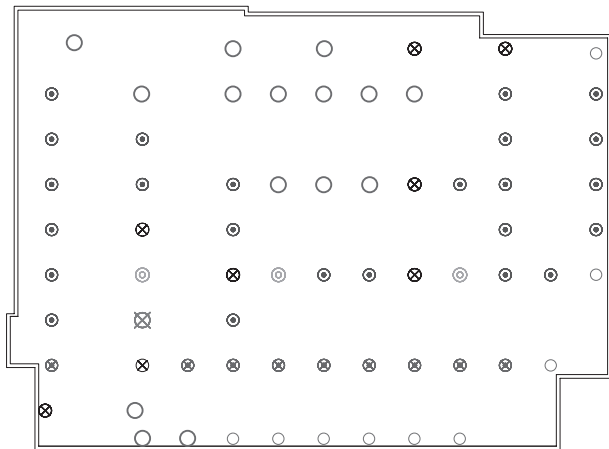
図2 平面図および構造説明図

4 免震層の設計方針

本計画では、免震装置をB1階柱頭に設置した中間層免震形式としている。

免震装置として、天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴムを採用している。採用した免震支承の組み合わせの理由について以下に示す。

- ・建物の長周期化を図るために、免震周期を4秒程度にする。
- ・極めて稀に起こる地震動にも効果的に減衰を効かせるために、低降伏の鉛プラグ入り積層ゴム(LRB)を取り入れた。
- ・LRBを外周部に配置することにより、免震層における各変形時の偏心が極力小さくなるようにし、ねじれ振動の影響を受けにくくした。
- ・比較的軽量の鉄骨造の階段室や外構部分には剛すべり支承(ユニット支承)を採用している。



天然ゴム系積層ゴム

記号	部材符号	径(mm)	台数	備考
○	N700	700	8	S2=5.0程度
⊗	N800	800	9	S2=5.0程度
⊙	N850	850	1	S2=5.0程度
計			20	

鉛プラグ入り積層ゴム

記号	部材符号	径(mm)	鉛プラグ径(mm)	台数	備考
⊗	L750A	750	170	24	S2=5.0程度
⊙	L750B	750	130	9	S2=5.0程度
○	L900	900	210	15	S2=5.0程度
⊗	L950	950	210	1	S2=5.0程度
計				49	

図6 免震支承配置図

5 地震応答解析

1) 耐震性能目標

建物および免震装置の耐震性能目標を表1に示す。

表1 耐震性能目標

	レベル1	レベル2
想定する地震動	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
上部構造	短期許容応力度以下 層間変形角1/1500以内	短期許容応力度以下 層間変形角1/1000以内
免震装置	安定変形 ^{*1} (30.0cm) 以下 (ゴム層総厚の200%)	性能保証変形 ^{*2} (48.0cm) 以下 (ゴム層総厚の320%) 積層ゴム ^{*3} に引張力を生じさせない
基礎	短期許容応力度以下	短期許容応力度以下

*1) 安定変形: 限界変形 (60.0cm、ゴム層総厚の400%) の1/2値とする。

*2) 性能保証変形: 限界変形60.0cm(400%)の×0.8とする。

*3) 引張が生じた場合、引張限界強度(-1.0 N/mm²)以下とする。

2) 振動解析モデル

解析モデルは、各階床位置を質点とする4質点の等価せん断型モデルとし、免震装置についてもせん断ばねにモデル化した。

上部構造の復元力特性は弾性とし、免震装置の復元力特性は、

- ・天然ゴム系積層ゴム : Linear型
- ・鉛プラグ入り積層ゴム : 歪依存型Bi-Linear型

にそれぞれモデル化した。なお、剛すべり支承については全体に与える影響が極めて小さいので、モデル化は行っていない。

また、温度変化、製造時の製品品質、経年変化により力学特性が変化するため、その変動分を考慮して解析を行っている(軟化ケース・標準ケース・硬化ケース)。

減衰は内部粘性減衰とし、減衰定数は1次固有振動数に対して上部構造を2%の瞬間剛性比例型、免震装置を0%とした。

固有振動数は、免震装置を固定としたときの上部構造の初期剛性を用いて求めた。解析方向はX、Y方向(0°、90°)方向で行った。

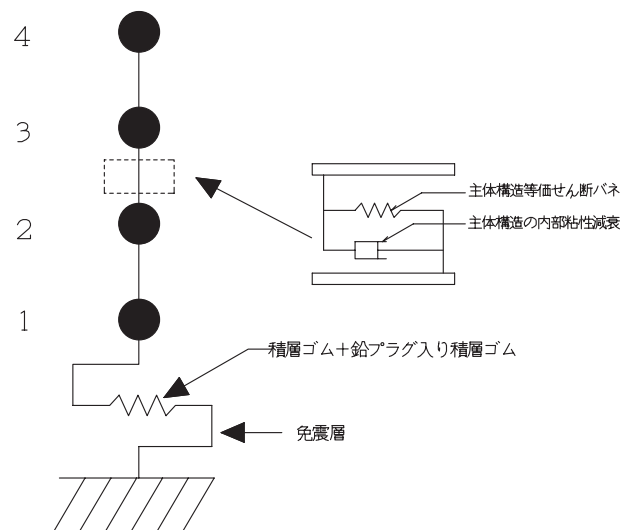


図7 振動解析モデル

3) 入力地震動

振動解析に用いた模擬地震動については想定地震として、国土交通省告示第1461号に基づく告示波3波（一様乱数、神戸位相、八戸位相）及び海溝型地震として1923年関東地震の再来地震（以後、関東地震）、内陸型地震として立川断層を対象とする直下型地震（以後、立川地震）とした。表2に極めて稀に起こる地震動（レベル2）の一覧を示す。

表2 採用地震波一覧

入力地震動	極めて稀に発生する地震動	
	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)
E1-CENTRO (NS)	510.8	50
TAFT (EW)	496.6	50
HACHINOHE (NS)	333.4	50
KOKU-RANDOM	451.3	54
KOKU-HACHI	401.7	72
KOKU-KOBE	507.5	69.5
KANTO	345.8	47.2
TACHIKAWA	609.4	136.6

4) 応答解析結果

図8にレベル2時の標準状態における応答解析結果を表3に全体系の固有周期、表4に最大応答値の一覧を示す。

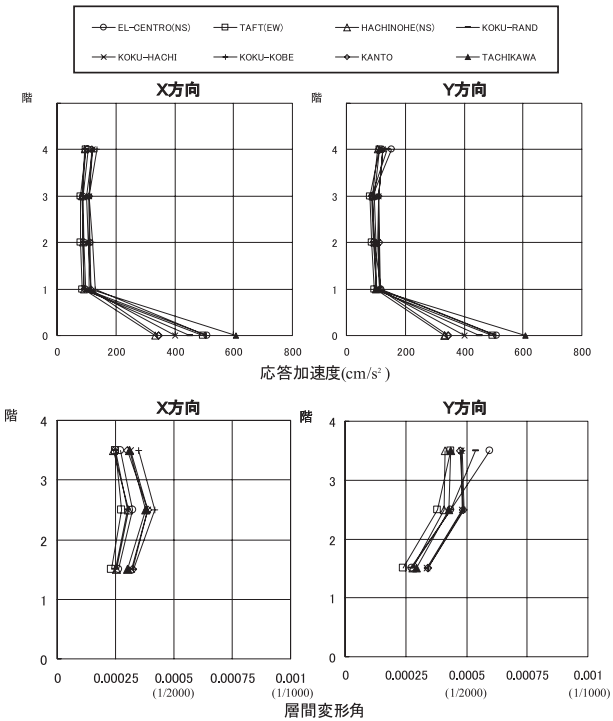


図8 応答解析結果（標準状態）

表3 全体系の固有周期

固有周期 (s)		微小振幅時	レベル 1	レベル 2
積層ゴムの変形		1.0 cm	30.0 cm	45.0 cm
X 方向	T1	1.268	3.325	3.492
	T2	0.192	0.194	0.194
	T3	0.099	0.100	0.100
Y 方向	T1	1.273	3.327	3.494
	T2	0.221	0.224	0.224
	T3	0.113	0.114	0.114

表4 最大応答値一覧

荷重方向	入力地震動	上部構造				免震層		
		1階せん断力係数	1階層せん断力 (kN)	層間変形角 (起生階)	頂部加速度 (cm/s ²)	免震層相対変形 (cm)	免震層せん断力係数	免震層せん断力 (kN)
X方向	El-centro(NS)	0.106	23846.0	1/2581 (2F)	129	25.5	0.098	30785.0
	Taft(EW)	0.096	21608.0	1/2830 (2F)	119	22.1	0.095	29747.0
	Hachinohe(NS)	0.107	24120.0	1/2595 (2F)	132	26.3	0.099	31216.0
	KOKU-RAND	0.097	21753.0	1/2871 (2F)	131	27.2	0.093	29186.0
	KOKU-HACHI	0.127	28515.0	1/2103 (2F)	167	38.7	0.118	37071.0
	KOKU-KOBE	0.146	32783.0	1/1909 (2F)	202	39.6	0.137	43067.0
	KANTO	0.116	26155.0	1/2449 (2F)	142	40.8	0.110	34664.0
	TACHIKAWA	0.131	29354.0	1/2134 (2F)	150	31.5	0.123	38618.0
Y方向	El-centro(NS)	0.106	23805.0	1/1473 (3F)	177	25.5	0.099	31017.0
	Taft(EW)	0.098	22104.0	1/1903 (3F)	137	22.1	0.095	29808.0
	Hachinohe(NS)	0.104	23335.0	1/2122 (3F)	122	26.3	0.099	31219.0
	KOKU-RAND	0.097	21704.0	1/1345 (3F)	193	27.3	0.093	29182.0
	KOKU-HACHI	0.125	28161.0	1/1452 (3F)	179	38.7	0.118	37195.0
	KOKU-KOBE	0.147	33043.0	1/1546 (3F)	168	39.5	0.138	43194.0
	KANTO	0.115	25819.0	1/1369 (3F)	190	40.7	0.111	34752.0
	TACHIKAWA	0.129	28916.0	1/1680 (3F)	155	31.5	0.123	38592.0

6 まとめ

上部構造は、全層に渡り設計用せん断力以下となっている。また、最大層間変形角はX方向で1/1909、Y方向で1/1345となっており設計目標値の1/1000以内を満足している。

免震装置は、最大変位が40.8cmであり、設計目標値の48.0cm以下を満足している。

以上、本建物は中程度の地震に対して建物全体にわたり設計用せん断力以下を保持している。また、極めて稀に起こると考えられる最大級の地震動に対しても設計用せん断力以下であり、目標性能の短期許容せん断力以下である。このように本建物は十分な強度と変形性能を有しており、耐震安全性を確保していると思われる。

なお本件は2008年6月初旬に着工を迎えた。今後は所定の設計性能が確保できるべく、工事監理をおこなっていく所存である。