

MY TOWER PROJECT ー山野学苑建替計画ー



小室 努
大成建設



征矢 克彦
同



河本 慎一郎
同



寺嶋 知宏
同

1 はじめに

本建物は、渋谷区代々木にあった旧山野学苑の校舎を解体し、2007年4月開校(予定)に向けて新たに建設中の専修学校・共同住宅である(図1)。

建物低層部の学校における生徒や教職員および高層部の住居に入居する人々に、地震等の災害に対して安全でかつ快適な住環境を提供する、というニーズに対して、それらを実現するために、建物用途の切り替わる10階を免震層として積極的に利用した超高層中間層免震建物である。本建物の形状は、総合設計制度による建物の高容積化と本敷地における複雑な斜線制限、等の条件により、複雑な形状となっている。



図1 完成予想パース

2 建物概要

本建物は、JR代々木駅より西方向約200m、小田急線南新宿駅の東方約100mの地域に建設される専

修学校・共同住宅である。

地上27階、地下3階であり、地下3階～9階までを専修学校、11階～27階までを共同住宅としている。また、地下階には講堂および博物館を設置する計画としている。

＜建物概要＞

建物名称：MY TOWER PROJECT

ー山野学苑建替計画ー

所在地：東京都渋谷区代々木1-53-1

用途：専修学校、共同住宅

建築主：学校法人 山野学苑

設計監理：大成建設株式会社一級建築士事務所

施工：大成建設株式会社 東京支店

敷地面積：5,116.46m²

建築面積：2,590.82m²

延床面積：33,878.03m²

階数：地上27階、地下3階、塔屋1階

軒高：93.10m

最高高さ：97.35m

構造種別：鉄筋コンクリート造(一部、鉄骨梁、C.S.Beam)

基礎構造：直接基礎(べた基礎)

免震装置：天然ゴム系積層ゴム支承、弾性すべり支承(ハイブリッドTASS構法)

工期：2004年11月～2007年2月

3 構造計画概要

主体構造は、柱と一般的な大梁を鉄筋コンクリート造とした純ラーメン構造である。学校部分のロングスパン大梁には端部RC造中央部S造の梁(C.S.Beam)を、住宅部分のロングスパン大梁にはプレテンション式のプレストレストPCa梁を用いている。10階に配置する免震装置は、弾性すべり支

承と積層ゴム支承を組合せた複合免震システム(ハイブリッドTASS構法)である。

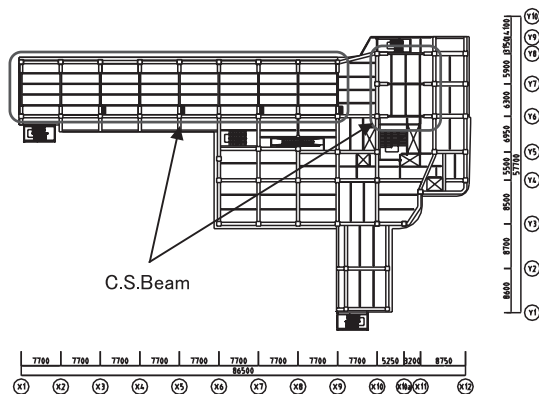


図2 2階伏図

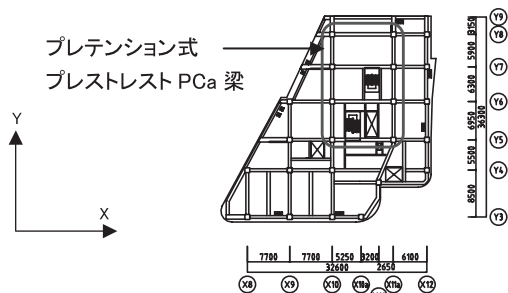


図3 基準階伏図

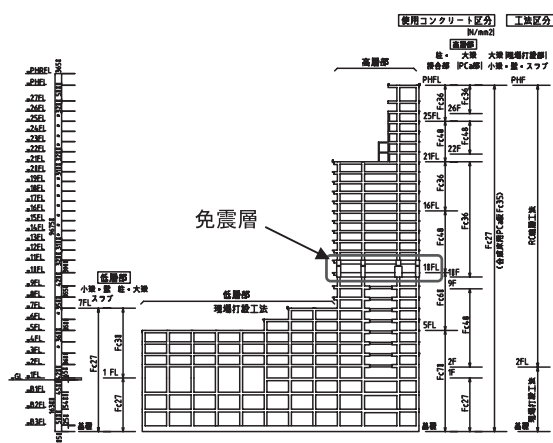


図4 代表軸組図

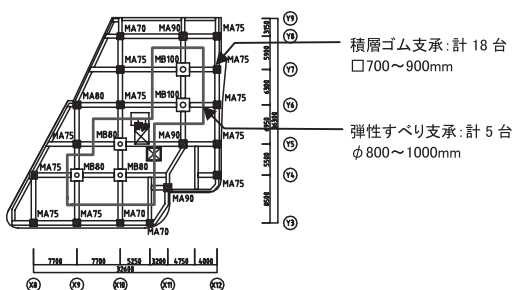


図5 免震材料配置図(10階)

4 耐震設計概要

4.1 目標耐震性能

本建物は、免震装置を建物の高さ方向中間部に設けることにより、免震層をはさむ上部構造の応答低減、およびそれに伴う下部構造の入力せん断力低減が可能となっている。これにより、通常の建物と比べ、建物全体として高い耐震性能が確保することができる。以下に耐震設計の考え方を示す。

- 1) 上部構造・下部構造とも通常の建物より高い目標耐震性能を設定し、さらに、下部構造は上部構造以上の目標耐震性能とする。
 - 2) 下部構造は、レベル2時に一部の梁の曲げ降伏(部材塑性率2.0以下*、層塑性率1.5以下)を許容するが、フレームとして通常の建物以上の保有耐力と十分な変形性能の確保を行う。
 - 3) 免震装置は十分に安定した領域(ゴムせん断ひずみ200%, 32cm以内)で使用する。
 - 4) 免震層の上下階は、十分に剛性を高くし、上下階の柱および梁部材は弾性領域にとどめる。
- * 部材塑性率とは梁部材の中で最大の塑性率を示し、層塑性率とは、ある梁が最初に曲げ降伏した時の層間変形を基準とした塑性率を示す。

表1 目標耐震性能

地震動のレベル	レベル1地震動	レベル2地震動
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
告示でのクォリティ	建築物の構造耐力上主要な部分に損傷が生じないことを確認する	建築物が崩壊・倒壊しないことを確認する
上部構造	部材応力が許容応力度以内 層間変形角が1/200以内	層の応答塑性率1.5以下 部材の応答塑性率3.0以下 層間変形角が1/150以内
免震層	積層ゴム支承 ・引張力を生じさせない	積層ゴム支承 ・せん断ひずみ200%(32cm)以内 ・引張力を生じさせない すべり支承 ・すべり変位32cm以内 (クリアランス45cm) ・支承に浮きあがりが発生しない
下部構造	部材応力が許容応力度以内 層間変形角が1/300以内	層の応答塑性率1.5以下 部材の応答塑性率2.0以下 層間変形角が1/150以内

4.2 設計入力地震動と解析モデル

設計入力地震動は、告示波3波、サイト波2波(南関東地震を想定)、観測波3波の計7波とした。なお、建物基礎位置GL-16.3mのS波速度は $V_s=580\text{m/sec}$ であり、工学的基盤と判断できる為、告示波3波およびサイト波2波は基盤波を入力地震動として使用した。使用した地震波一覧を表2に、レベル2の擬似速度応答スペクトルを図6に示す。

振動解析モデルは、B3階床位置を固定とし、地下3層、地上27層を質点に置換した30質点系の等価曲げせん断型とする。弾性すべり支承と積層ゴム

支承を各々表すばねを2本並列に配置する。弾性すべり支承はすべり部分と初期剛性を表す積層ゴム部分を直列で表現する。図7に解析モデル、図8に免震層の復元力特性を示す。

固有値解析結果を、表3、図9に示す。

表2 設計用入力地震動一覧

採用地震波		稀に発生する地震動 (レベル1)		極稀に発生する地震動 (レベル2)	
		加速度 (cm/sec ²)	速度 (cm/sec)	加速度 (cm/sec ²)	速度 (cm/sec)
告示波	El-Centro NS位相	65.7	11.4	328.5	57.0
	Hachinohe NS位相	72.5	10.5	362.4	52.3
	Taft EW位相	64.5	8.0	322.3	39.8
サイト波	Yoyogi NS	—	—	350.3	35.2
	Yoyogi EW	—	—	327.5	23.7
観測波	El Centro NS 1940	255.4	25.0	510.8	50.0
	Hachinohe NS 1968	166.7	25.0	333.3	50.0
	Taft EW 1952	248.3	25.0	496.6	50.0

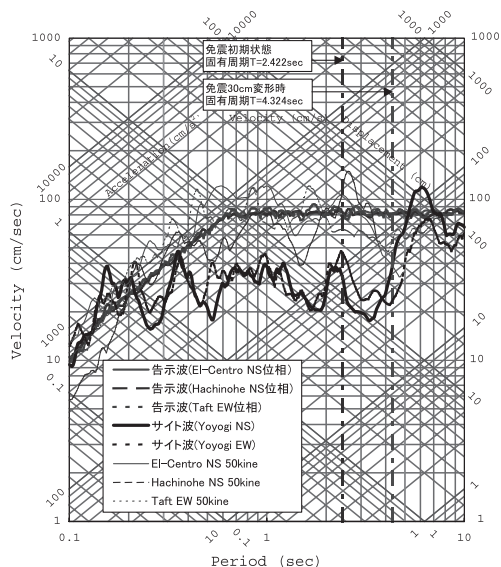


図6 擬似速度応答スペクトル(レベル2、h=5%)

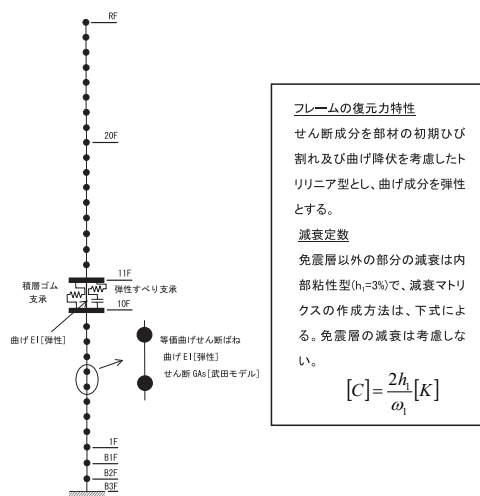


図7 解析モデル

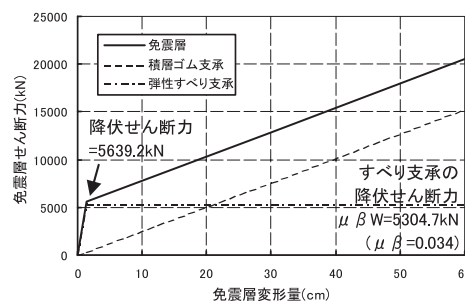


図8 免震層の復元力特性

表3 固有値解析結果

免震層の状態	X方向(sec)			Y方向(sec)		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次
初期状態	2.422	0.964	0.629	2.283	0.807	0.571
30cm変形時	4.324	1.028	0.728	4.256	0.844	0.712

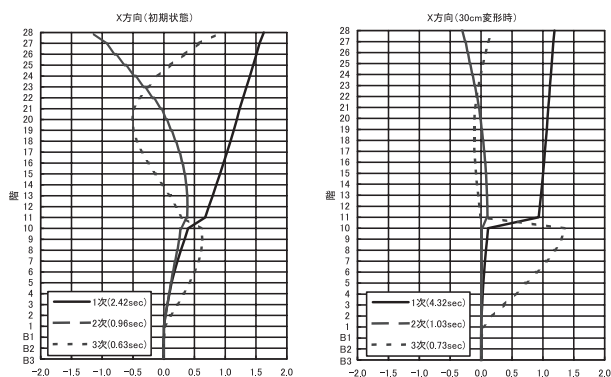


図9 X方向モード図 (βu)

4.3 地震応答解析結果

図10に、レベル2地震動入力時のX方向の最大応答値を示す。上部構造・下部構造の最大層間変形角は1/150(25F)である。免震層の最大水平変位は26.5cmであり、積層ゴム支承の最大せん断ひずみに換算すると166%で、目標値の200%以内となっている。また免震支承の面圧は、圧縮限界強度以下であり、かつ浮上りによる引張力は発生していない。

以上より、地震応答結果は何れも目標耐震性能を満足しており、十分な耐震安全性を有している。

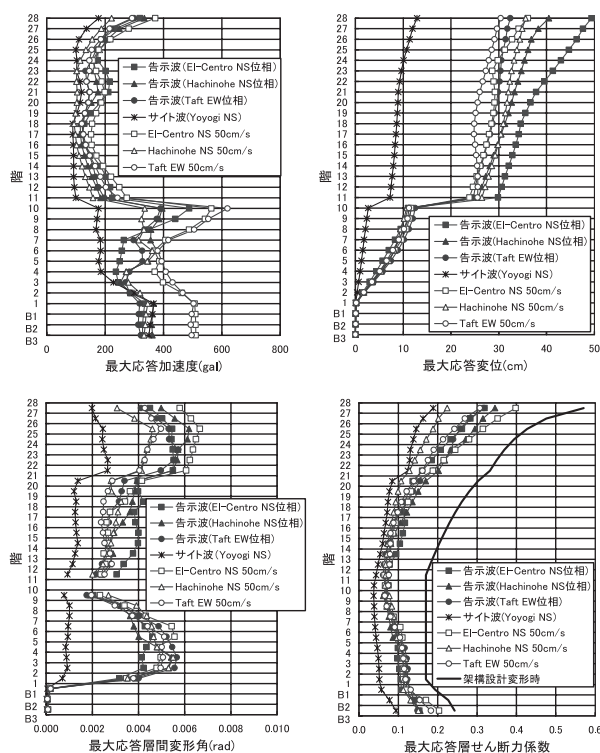


図10 応答解析結果(レベル2、X方向)

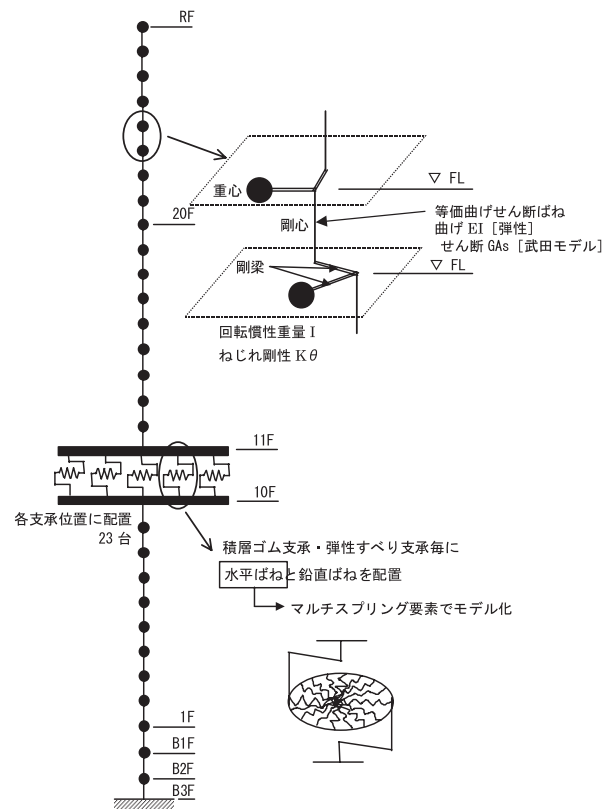


図11 ねじれ検討用解析モデル

4.4 ねじれ振動の検討

本建物は、複雑な斜線制限等の条件により、低層部分から高層部分にかけてセットバックしていく複雑な建物となっており、ねじれ振動が生じやすい形状となっている。

並進方向の耐震性能向上のみでなく、上記ねじれ振動の問題を解決する為にも、10階を免震層とすることが効果的である。免震層で偏心率を0に近づけ、ねじれ変形に対してもエネルギー吸収する層を設けることで、建物全体のねじれ振動を低減させている。表4に免震層の水平変形毎の偏心率を示す。

ねじれ振動検討用として、建物各層の重心・剛心位置とねじれ剛性を考慮し、免震層の復元力特性を8方向のマルチスプリング要素でモデル化した。図11に解析モデルの概要を示す。ねじれ検討用入力地震動は、告示波 (Hachinohe NS位相) のレベル2とする。

表4 免震層変形別の偏心率

免震層 変位	重心		剛心		偏心距離		弾力 半径 (m)	偏心率	
	X方向 (m)	Y方向 (m)	X方向 (m)	Y方向 (m)	X方向 (m)	Y方向 (m)		X方向	Y方向
初期	73.85	34.22	73.69	34.57	0.16	0.36	10.84	0.015	0.033
15cm	73.85	34.22	73.80	34.28	0.05	0.06	13.01	0.004	0.004
30cm	73.85	34.22	73.70	33.97	0.16	0.25	13.94	0.011	0.018

表5に、免震層の重心位置、剛心位置、建物端部における免震装置の応答変形を示す。重心位置と建物端部の変形差は0.54cm (Y方向)であり、ねじれ振動の影響がほとんど無いことが分かる。

図12の解析モデルの免震層部分を一般の柱梁部材に置き換えた「非免震」モデルを作成し、「免震」モデルのねじれ応答成分との比較を行った(図11)。ねじれモーメント、ねじれ変形(基礎からの絶対量)共、「免震」モデルの応答値が小さくなっている。このことから、本建物のようにねじれ振動が生じやすい建物において、中間免震を採用することにより、ねじれ振動を低減することができる。

表5 免震部材毎の最大応答変形量

方向	免震部材変形量		
	重心位置	剛心位置	建物端部 (X12 Y8)
X方向	23.56cm	23.56cm	23.61cm
Y方向	20.08cm	20.14cm	20.62cm

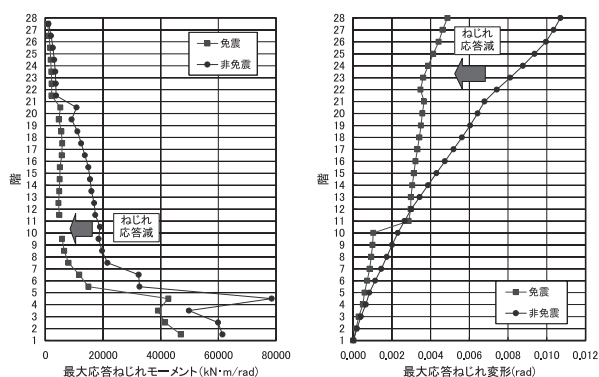


図12 ねじれ応答結果(Y方向)



写真1 工事中写真(2006年5月現在)

5 おわりに

複雑な形状および用途を有する建物に対して、超高層中間層免震を採用することで、通常の建物に比べて高い耐震性能を実現することができた。

現在、2007年2月末の竣工に向けて、躯体のPCa工事を進めている。(写真1)

最後に、本建物の計画、設計、施工にあたり御協力頂きました関係者の皆様に、本紙面をかりて御礼申し上げます。