

# グランイーグルwing川崎

佐藤工業 杉江隆昭



同 早川行一



同 伏見 裕



## 1. はじめに

本建物は、JR川崎駅から徒歩7分、京急川崎駅から4分という好立地、神奈川県川崎市川崎区に建てられる15階建て総戸数166戸の集合住宅である。

在来工法で実現の難しい複雑な形状に対して免震構造という付加価値を付けたいという施主の要望から、入念な構造計画を行ない免震構造を採用し、現在工事中である。

## 2. 建物概要

本建物は、平面的には雁行タイプのA棟と、立面的にはセットバックタイプのB棟を組合せた複雑な形状をした鉄筋コンクリート構造である。A棟とB棟は、2階床までは一体であるが、3階床から上はエキスパンションジョイントにより分離独立した構造となっている。また、本建物の各柱直下の1階床下部と基礎との間に、高減衰積層ゴム支承を用いた免震構造である。

建物概要を以下に示す。

建設地	神奈川県川崎市川崎区本町2-2-5
建築主	株式会社 グランイーグル
構造設計	佐藤工業(株)一級建築士事務所
主用途	共同住宅
敷地面積	2,969.77m <sup>2</sup>
建築面積	1,532.82m <sup>2</sup>
延床面積	15,645.78m <sup>2</sup>
階数	地上15階
軒高	43.63m
最高高さ	46.95m
構造種別	鉄筋コンクリート造
基礎構造	場所打ちコンクリート杭

## 3. 地盤概要

本敷地は、上層に沖積層である砂質土層および粘性土層が堆積し、約21m以深より洪積層である相模層群の砂礫層(層厚約5.7~6.7m)、その下部にN値50以上を示す上総層が堆積している。地盤種別としては第2種地盤に相当する。基礎形式は場所打ちコンクリート杭(アースドリル工法)とし、支持層はGL-23.5m以深の

砂礫層としている。

## 4. 構造計画概要

本建物は規模が大きい割に上部が2棟に分かれ、特にA棟が雁行形状となっているために、上部構造の剛性も低くアスペクト比も3.1と大きくなり免震構造としてもより詳細な設計を要求される形状となっている。逆に、在来構造で設計したとしても、偏心率の調整が容易でなく、雁行形状のくびれ部分でスラブがせん断力を伝えきれないといった問題が生じてくる。

つまり、極論的には本建物は、免震構造として設計することにより、成立する形状であるといえる。

基準階平面図に示すA棟とB棟を1階床から完全に別棟とした場合、アスペクト比が4以上となり免震部材に引抜き力が生じ、免震効果を十分発揮させることができない。そこで、両棟の境界部分に意匠上の条件である採光を確保すると同時に免震効果も発揮させることができる構造形式として、2階床までを一体とし3階床より分離独立させ2~3階部分で柱を斜めに広げる構造形式を採用し、アスペクト比を3.1以下に収めている。

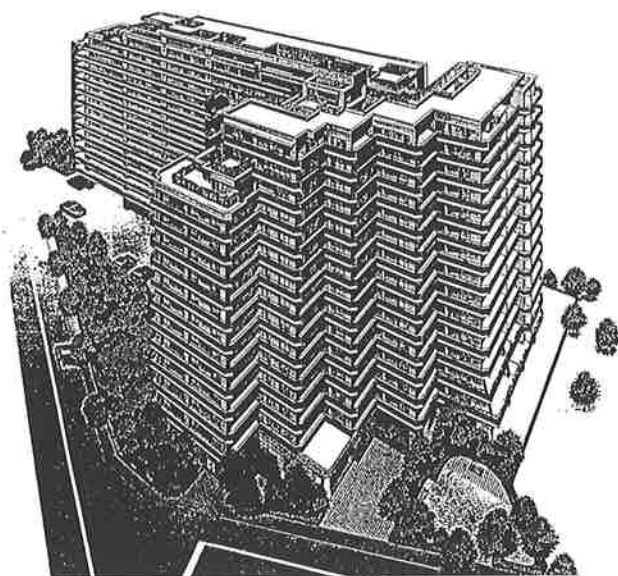


図-1 建物全景

5. 構造設計概要

5.1 設計入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、「標準的な地震動」、「長周期成分を含む地震動」、「地域特性を表すような地震動」を考慮して表-1に示す4波を採用した。特に地域特性を表すような地震動としてMOGIHA HおよびMOGIHA Vは建設地内の地盤条件に基づき「日本建築センター：設計入力地震動作成手法技術指針（案）」にしたがって作成した模擬地震波を採用している。

また、確認申請時には、追加検討として「川崎市地震被害想定調査報告書（昭和63年）」に基づいて作成され公表されている模擬地震動の内、最も建設地の地盤に近いと思われるポイントで作成された模擬波2波についてレベル1、レベル2の応答解析を行なった。

地震動の入力レベルは、レベル1(25cm/sec)、レベル2(約50cm/sec)、余裕度レベル(65~70cm/sec)に基準化している。

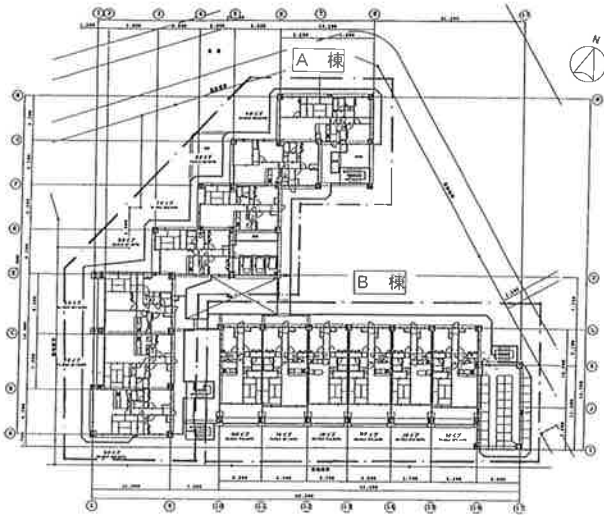


図-2 基準階平面図

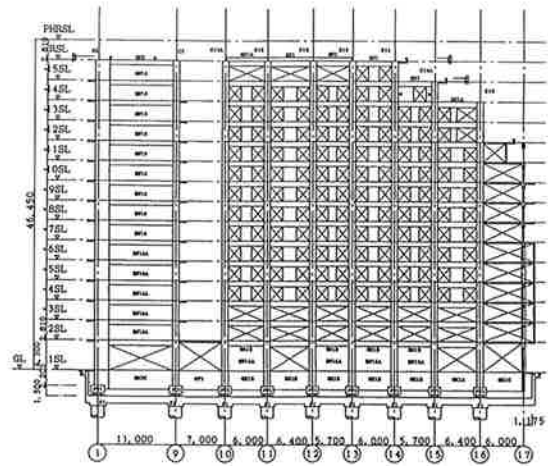


図-3 B通り-J通り軸組図

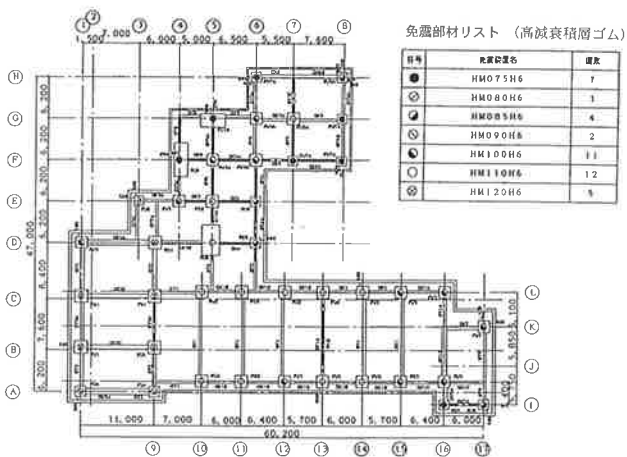


図-4 免震部材配置図

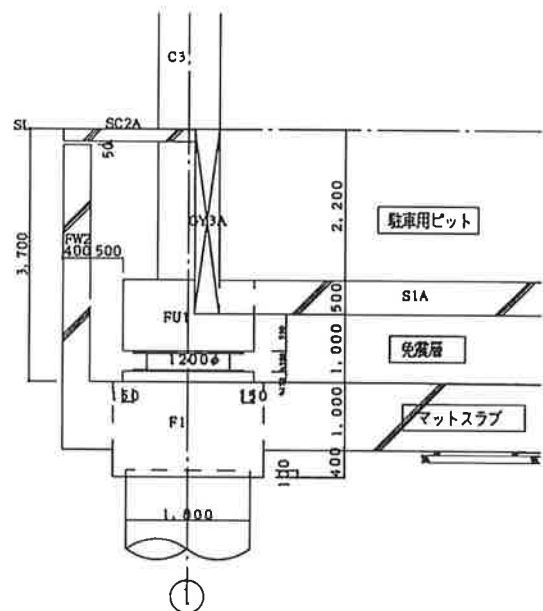


図-5 免震層断面図

5.2 耐震性能目標

耐震性能目標は、各レベルに対して表-2のように設定した。

5.3 免震部材の設計

免震部材は、せん断歪 $\gamma = 100\%$ 時におけるせん断弾性係数が $6.2\text{kgf/cm}^2$ の高減衰積層ゴムを用いた。積層ゴムの長期面圧は $100\text{kgf/cm}^2$ 以下で、免震層の重心と剛心が一致するように1階床下の柱直下に $750\phi \sim 1200\phi$ の7種の径で総計42基配置した(図-4)。

5.4 上部構造の検討

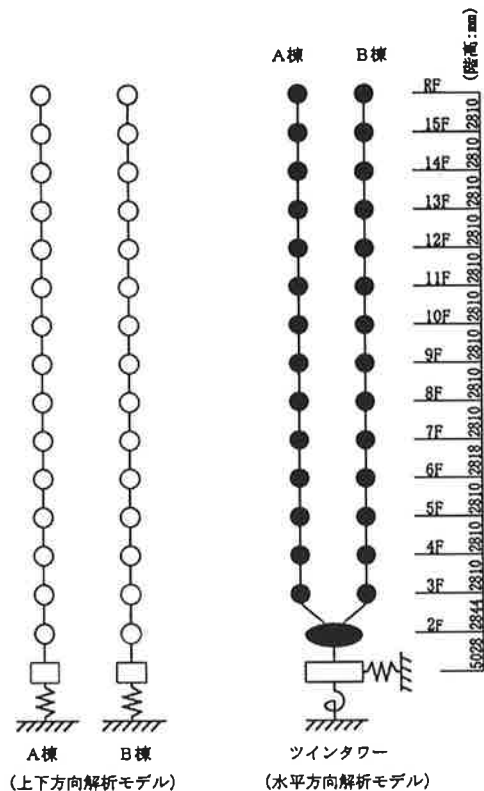
上部構造の設計用層せん断力係数は、予備応答解析の結果から最下層0.14、最上層0.26の直線分布とした。

6. 地震応答解析

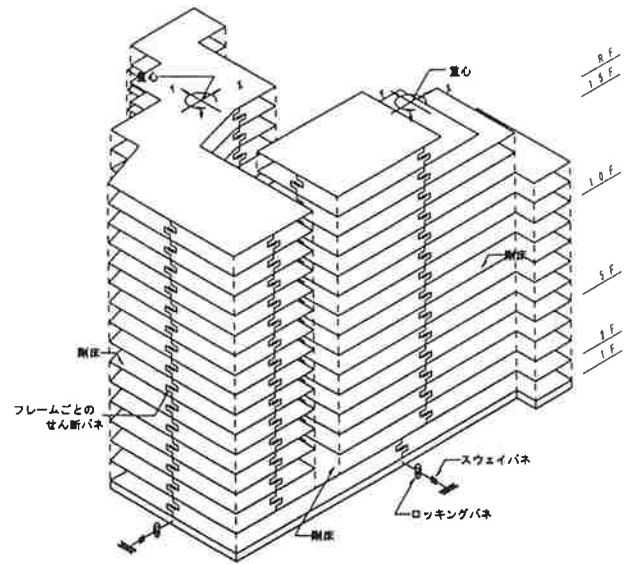
6.1 解析モデル

建物形状が複雑なため、通常の串団子モデルによる「質点系並進解析」(図-6a)に加えてねじれを考慮した「擬似立体解析」(図-6b)を行なった。また、2階床まで一体でそこから上で2棟に分離しているため水平振動解析モデルは3階より分離したモデルとしている。加力方向も通常のX、Y方向に加えて45度、135度方向についても検討し建物の耐震安全性の確認を行なっている。

上部構造の復元力特性は、ひび割れを考慮した荷重増分解析によるスケルトンカーブからDegrading-TriLinear型修正武田モデルとした。免震層の復元力特性はスウェイばねを修正BiLinear型とし、積層ゴム鉛直ばねによるロッキングばねを弾性とした。水平方向解析時の上部構造の減衰は内部粘性系を仮定し減衰定数は1次振動に対して3%の瞬間剛性比例型としている。



a 並進モデル



b 擬似立体モデル

図-6 振動解析モデル

表-1 入力地震動一覧

方向	地震波	原波形		最大加速度 (cm/sec <sup>2</sup> )			継続時間 (sec)
		最大加速度 (cm/sec <sup>2</sup> )	最大速度 (cm/sec)	レベル1	レベル2	余裕度レベル	
水平	EL CENTRO NS	341.70	33.59	237.95	475.91	666.27	53.74
	TAFT EW	175.90	17.49	273.14	546.27		54.38
	HACHINOHE NS	225.00	33.80	165.93	331.86	464.60	35.99
	MOGIHA H	403.10	75.84	128.87	246.24	360.83	119.99
鉛直	EL CENTRO UD	206.30	10.64	95.18	190.36	266.51	53.78
	TAFT UD	102.90	6.73	109.26	218.51		54.26
	MOGIHA V	200.50	35.31	51.55	98.50	144.33	119.99

鉛直方向解析時は免震層も含めて内部粘性系を仮定し、1次振動に対して5%の瞬間剛性比例型としている。

免震層の復元力特性には、積層ゴム製造時のばらつき・経年変化・温度依存性による変動も考慮した。変動量は表-3に基づいて、水平剛性を0.78~1.28Kh、粘性減衰係数を1.09~0.88Heqとした。

### 6. 2 解析結果

上部構造・免震部材の応答が耐震性能目標を満足していることを確認した。

また、水平方向解析時の応答転倒モーメントより算出した軸力と鉛直方向解析時の応答軸力の同時刻の組合せにより積層ゴムに生じる軸力を確認した結果、レベル2では積層ゴムに引抜きは生じていない。余裕度レベルにおいては最大10kgf/cm<sup>2</sup>程度の引抜きが生じているが許容引抜き応力度14kgf/cm<sup>2</sup>以下の許容範囲内に収まっていることを確認した。

表-2 耐震性能目標

	レベル1	レベル2	レベル3
カテゴリー	C1	C2	C2
上部構造	A	B	C
免震部材	A	B	C
基礎構造	A	A	B

注) 上部構造と基礎構造のAは許容応力度以内、Bは弾性限耐力以内、Cは終局耐力以内

免震部材のAは安定変形(22cm)以内、Bは性能保証変形(36cm)以内、Cは限界変形(48cm)以内

表-3 積層ゴムの特性変動

(製品誤差、経年変化、温度依存性による剛性・減衰のばらつき)

変動要因	剛性増加時		剛性低下時	
	剛性	減衰	剛性	減衰
製造ばらつき	+ 5%	- 5%	-15%	+15%
経年変化	+13%	-12%	0%	0%
環境温度*1	+10%	+ 5%	- 7%	- 6%
合計	+28%	-12%	-22%	+ 9%

\*1 東京地域：平均環境温度15度とした場合

### 7. おわりに

本建物を免震構造としたことによる耐震性能アップの一例として図-7に最大応答加速度を比較した結果を示す。免震構造では、家具の転倒しない程度の加速度250cm/sec<sup>2</sup>以内(最大213cm/sec<sup>2</sup>)で収まっているが、在来構造では転倒してしまう最大730cm/sec<sup>2</sup>となっていることがわかる。

本建物は、平成9年12月に着工し、平成11年6月の竣工に向けて現在施工中である。

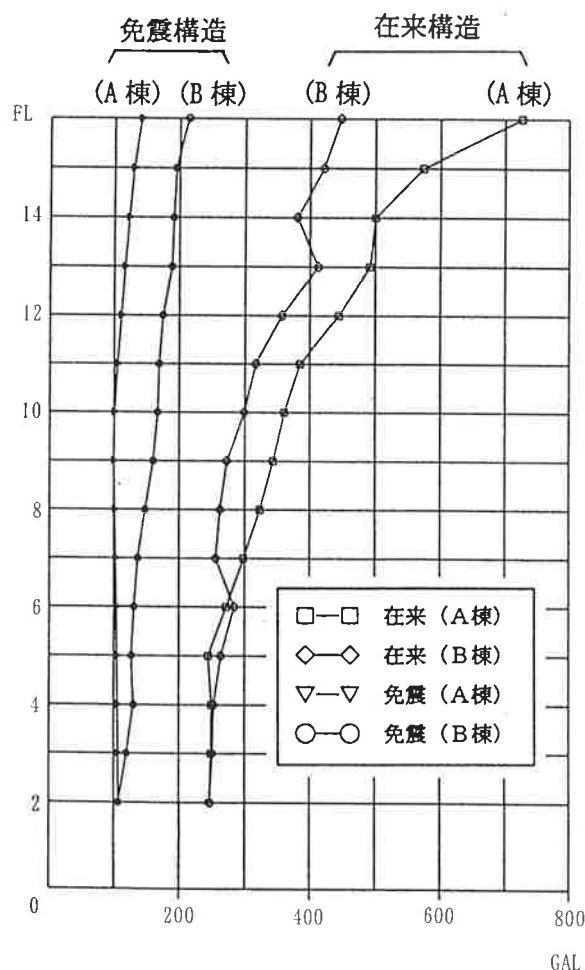


図-7 最大応答加速度比較図  
(模擬地震動 レベル2)