

特別養護老人ホーム 青葉台さくら苑

三菱建設

バウ・コーポレーション



伊藤英勝



黒澤 明



白熊俊介

1. はじめに

本建物は、高齢化社会における老人福祉事業を行うために計画された地上7階、地下1階の特別養護老人ホーム・高齢者在宅サービスセンター・在宅介護支援センターである。当初は鉄骨鉄筋コンクリート造による耐震構造で計画されたが、大地震から居住者を守り災害時の避難場所とするため、免震構法を採用することとなった。

2. 建物概要

6階まではほぼ同じ平面形状で、7階はエレベータ機械室・階段室である(図-1)。1階は主に高齢者在宅サービスセンターとして計画されており、デイサービス、入浴および食事サービス等を行う。2～6階には2人部屋が50室、個室が12室設けられている(図2～3)。各部屋にはウォシュレット・シャワー付きトイレが設置され、床暖房装置・雨水利用システム・ソーラー給湯システム・自家発電装置等の諸設備が計画されている。免震部材(高減衰積層ゴム)は地下1階柱下に配置し、ピット内は雑排水槽等の空間として利用した(図-4)。

以下に建築概要を示す。

- 所在地 東京都目黒区青葉台3-21-1
- 建築主 社会福祉法人三交会
- 設計・監理 バウ・コーポレーション(株)
- 技術協力 三菱建設(株)一級建築士事務所
- 施工 三菱建設(株)東京建築支店
- 工期 1996年12月～1998年2月
- 敷地面積 1631.17m²
- 建築面積 901.97m²
- 延べ面積 5193.79m²
- 階数 地上7階、塔屋1階、地下1階
- 軒高 25.05m
- 最高高さ 28.10m
- 構造種別 鉄筋コンクリート造
- 基礎構造 東京礫層を支持層とする布基礎

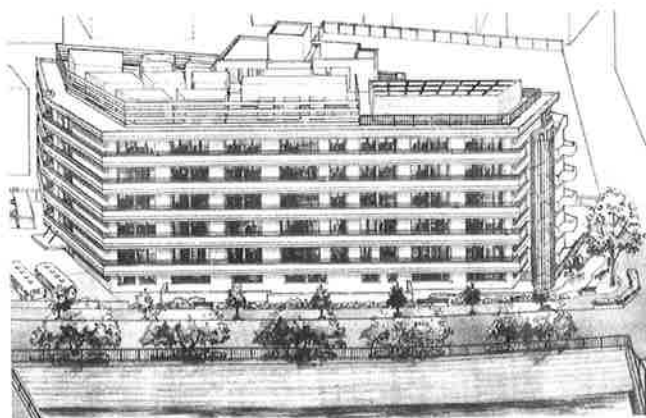


図-1 全体説明図

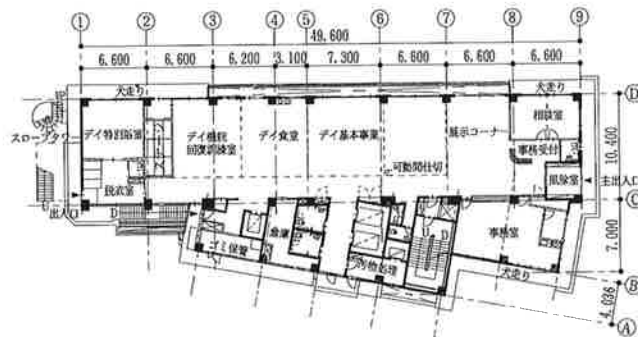


図-2 1階平面図

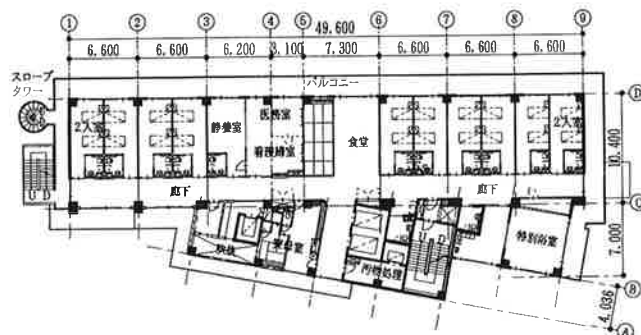


図-3 2階平面図

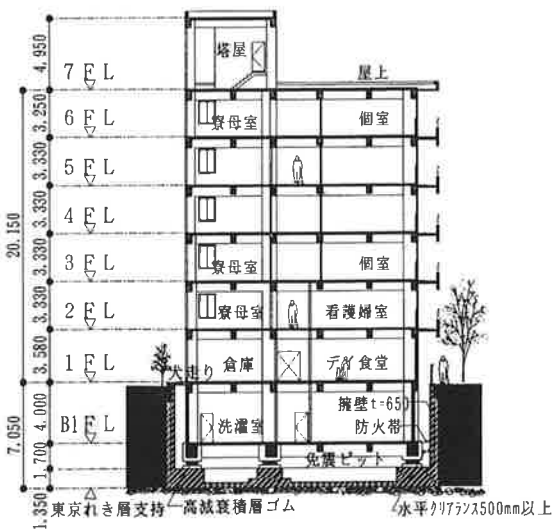


図-4 断面図

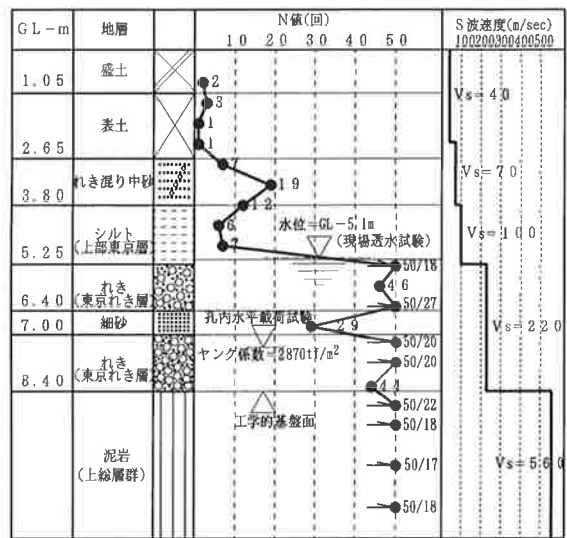


図-5 地盤概要

3. 地盤概要

本敷地は目黒川の右岸に位置し、GL-5.3m程度までは表土・沖積層が分布し、GL-5.3m以深には東京礫層・泥岩の上総層群が分布している(図-5)。PS検層のS波速度より求めた卓越周期は0.27秒で第2種地盤に区分される。

4. 構造設計概要

4.1 設計用入力地震動

レベル1・レベル2の地震動には、文献1)の4章に準じ作成した模擬地震動・標準的な地震動・長周期成分を含む地震動を用いた(表-1)。模擬地震動の設計用応答スペクトルは、水平動では表層地盤の増幅特性を考慮した。標準的な地震動および長周期成分を含む地震動の最大速度は、レベル1では25cm/sに、レベル2では50cm/sに基準化した。余裕度検討レベルでは模擬地震動HSL2HAEWの最大加速度を980galに基準化した。HSL2HAEWの応答スペクトルを図-6に示す。

表-1 設計用入力地震動

地震動波形	最大加速度 Amax (gal)	最大速度 Vmax ^{*3} (cm/sec)	最大変位 Dmax ^{*3} (cm)
レベル1模擬地震動 水平動 HSL1HAEW ^{*1}	420.1	37.1	13.9
レベル2模擬地震動 水平動 HSL2HAEW ^{*1}	769.6	73.0	29.5
レベル2模擬地震動 上下動 VSL2HAUD ^{*2}	285.1	25.7	12.3
ELCENTRO 1940 NS	341.7	35.3	8.4
TAFT 1952 EW	176.0	17.0	5.0
HACHINOHE 1968 EW	182.9	34.6	11.0

*1: HACHINOHE 1968 EW波形の位相使用
 *2: HACHINOHE 1968 UD波形の位相使用
 *3: 文献2)の64ページのS_{avd}の定義による

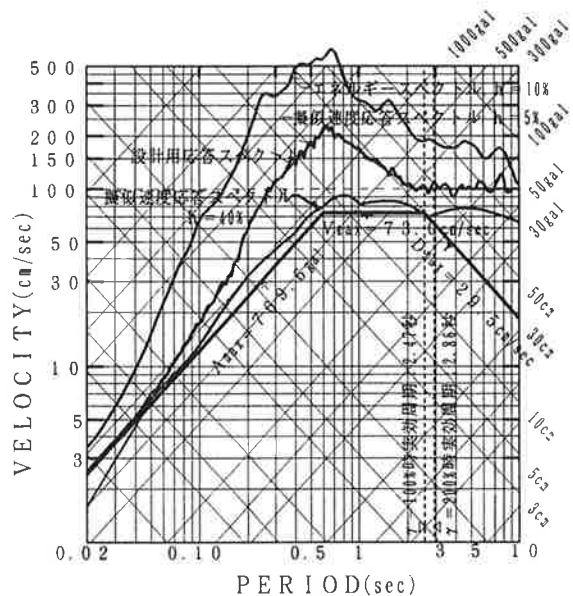


図-6 模擬地震動HSL2HAEWの応答スペクトル

4.2 耐震性能目標

大地震から居住者を守るため、地下1階床から6階床までの床応答加速度は、レベル1の地震動に対し150gal以内、レベル2の地震動に対し200gal以内であることとし、基礎構造はレベル2地震動時においても許容応力度以内であることとした(表-2)。

表-2 耐震性能目標

	レベル1	レベル2	余裕度レベル
カテゴリー	C1	C2	C3
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は弾性耐力以内、Cは終局耐力以内、免震部材のAは安定変形以内、Bは性能保証変形以内、Cは限界変形以内

4.3 免震部材の設計

免震部材は、せん断歪 $\gamma=100\%$ におけるせん断弾性係数が 6kgf/cm^2 の高減衰積層ゴムを各柱下に1台ずつ、計25台配置した(図-7)。

積層ゴムの直径は最小径を700mmとし、長期面圧は 100kgf/cm^2 以下で、かつ免震層の重心と積層ゴムの剛心が一致するように計画した(表-3)。

積層ゴム直径700mmの水平特性データより、限界変形は55cm、性能保証変形は40cm($\gamma=250\%$)、安定変形は24cm($\gamma=150\%$)とした。

また建物全体系の固有値解析*1より求めた建物端部位置(図-7のA~D点)の刺激関数之和は最大1.04で、性能保証変形に対する余裕度1.09以内であり、ねじれ振動の影響が小さいことを確認した。ここで、刺激関数之和は1~3次モードの和で、表-4に示す固有周期が近接していることより各モードの同時性が期待でき、刺激関数之和が最大応答時の振動性状を示すと考えた。

表-3 高減衰積層ゴム 水平剛性： $\gamma=100\%$

積層ゴム直径mm	700	750	800	850	900	1100
個数	3	4	5	9	2	2
ゴム総高さmm	162	162	160	160	160	160
1次形状係数	25.0	27.1	20.3	21.9	23.4	28.1
2次形状係数	4.3	4.6	5.0	5.3	5.6	6.9
平均長期面圧 kgf/cm^2	35~64	70~81	76~100	73~100	92~95	88~90
水平剛性 tf/cm	1.45	1.67	1.89	2.14	2.41	3.58
鉛直剛性 tf/cm	2140	2570	2420	2900	3410	5620

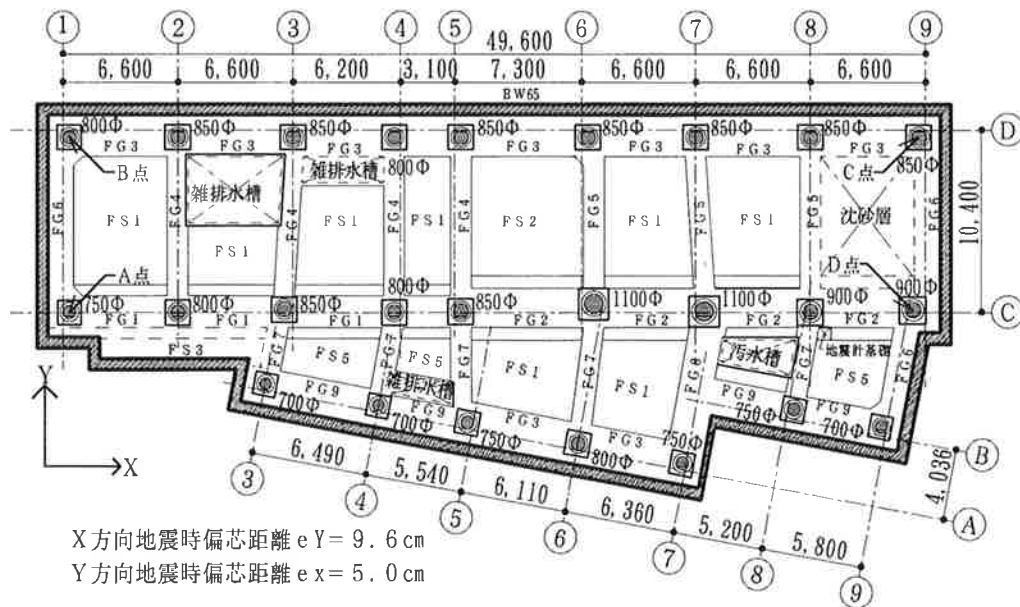


図-7 積層ゴム・基礎見下げ図

表-4 全体系の固有値解析

次数	固有周期(sec)	X方向の刺激係数	Y方向の刺激係数
1	2.886(X方向)	0.7794	-0.4096
2	2.885(Y方向)	-0.4118	-0.7836
3	2.756(ねじれ)	0.0042	-0.0022

*1: 上部構造を剛体として扱い、せん断歪 $\gamma=100\%$ の等価剛性による。

4.4 上部構造・基礎構造の設計

上部構造の設計用層せん断力係数は、B1階で0.15、6階で0.21とし、その間を直線分布、7階で0.30とした。

地盤の許容地耐力度は、長期は 30tf/m^2 、短期は 60tf/m^2 とし、基礎梁の応力は地盤を弾性ばねに置き換えた格子梁モデルに、積層ゴムの常時または地震時鉛直力を与えて求めた。地震時鉛直力は上部構造の設計用地震力の支点反力とした。上部構造・基礎構造の地震時応力解析では、積層ゴムの水平変形32cmにおける付加モーメントを考慮した。

また、積層ゴムを取り替えるときのジャッキアップ荷重に対し短期許容応力度設計を行った。取替えに必要なジャッキアップ量は4mmとし、複数の積層ゴムを同時にジャッキアップすることとした。擁壁は地震時主動土圧係数1.23(水平震度0.5)に対し、短期許容応力度以内であることを確認した。

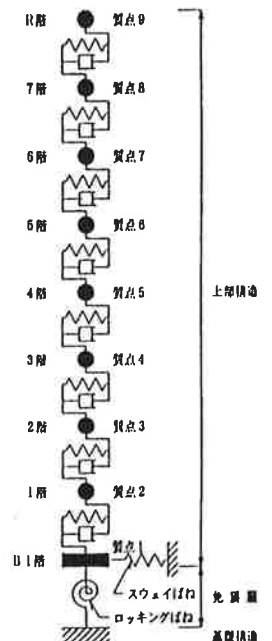


図-8 振動モデル

5. 地震応答解析

5.1 解析モデル

振動モデルは、基礎固定の9質点等価せん断型ロッキングスウェイモデルとした(図-8)。上部構造の復元力特性は、荷重増分解析によるスケルトンカーブをTri-Linear型カーブにモデル化し、履歴モデルに劣化型武田モデルを用いた。免震層の復元力特性は、スウェイばねを修正Bi-Linear型(図-9)とし、積層ゴムの鉛直ばねによるロッキングばねを弾性とした。内部粘性減衰は上部構造のみ考慮し、スウェイ・ロッキングばねを固定としたときの1次固有円振動数に対し減衰定数を3%とした。レベル2地震動におけるスウェイばねの復元力特性には、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を考慮した(表-5)。

表-5 高減衰積層ゴムの変動

変動要因	剛性増大		剛性低下		減衰低下	
	Kh	Heq	Kh	Heq	Kh	Heq
製造ばらつき	+10%	-10%	-10%	+10%	+10%	-10%
経年変化	+13%	-10%	0%	-10%	+13%	-10%
温度依存性	+13%	+6%	0%	0%	-4%	-5%
合計	+36%	-14%	-10%	0%	+19%	-25%

注) Kh:等価剛性 Heq:等価減衰定数

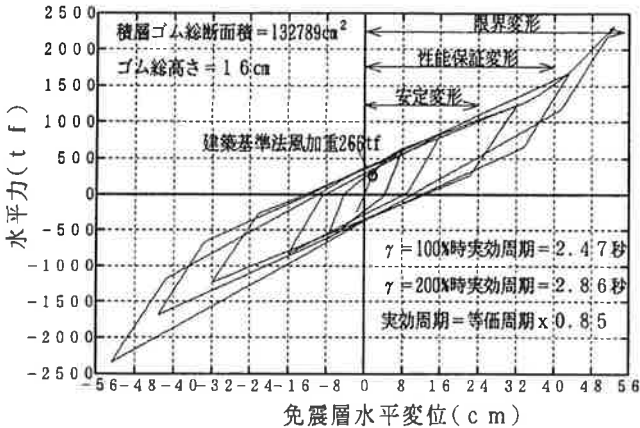


図-9 スウェイばねの復元力特性

5.2 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(表-6)。また、水平動HSL2HAEWの応答転倒モーメント(剛性増大)の時刻歴と、上下動VSL2HAUDの上下方向応答加速度の時刻歴を用いて積層ゴムに作用する軸力変動を時刻歴で追跡した結果、隅柱下の最小軸力は20tfで、引抜き力が生じないことを確認した。

余裕度検討レベルの最大応答転倒モーメントに対する布基礎の最大接地圧は47.9tf/m²で、短期許容地耐力以下であり、かつ浮き上りが生じず、基礎梁の応力が弾性限耐力以下であることを確認した。

表-6 長辺方向応答結果(免震部材は標準性能)

	レベル	目標	最大応答		
	6階床応答加速度(gal)	レベル1	≦150	101	
	レベル2	≦200	136	HSL2	B
	余裕度		189	HSL3	
B1階床応答加速度(gal)	レベル1	≦150	95	HSL1	A
	レベル2	≦200	129	HSL2	B
	余裕度		179	HSL3	
B1階最大せん断力係数	レベル1	≦0.15	0.078	HSL1	A
	レベル2	≦0.165	0.122	HSL2	B
	余裕度	≦0.233	0.186	HSL3	C
積層ゴム水平変形(cm)	レベル1	≦24.0	16.2	HAEW	A
	レベル2	≦40.0	35.1	HSL2	B
	余裕度	≦55.0	51.3	HSL3	C

注) HSL3:HSL2の振幅を最大加速度980galで基準化

6. 施工方法

積層ゴムの製作時のばらつきによる水平剛性の変動を考慮し、同一積層ゴム直径のもの同士で配置を検討し、設計時の偏心距離とほぼ同等であるようにした。

積層ゴムの取付けに際しては、捨てコンクリート天端と下部ベースプレート下端の段階でレベル調整を行った(図-10)。

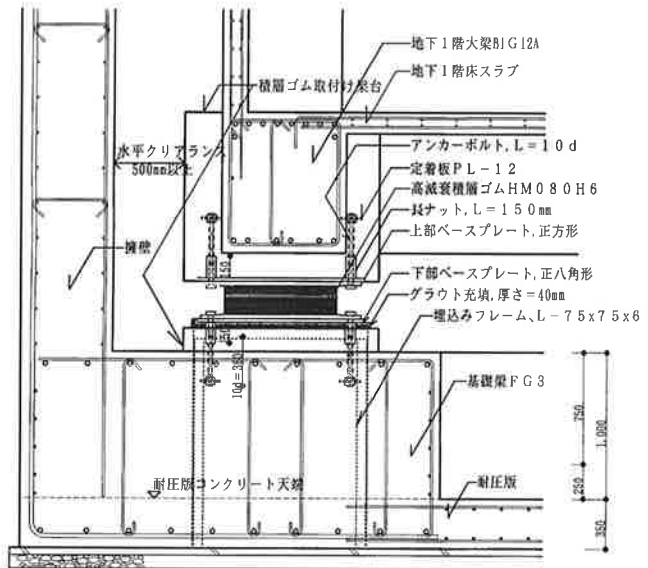


図-10 積層ゴムの取付け

7. おわりに

本建物は現在施工中であるが、竣工後には地域の老人福祉の一助となることを願っている。免震構法採用を積極的に進めていただいた関係者に、この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 建設省建築研究所・財団法人日本建築センター：設計用入力地震動作成手法技術指針(案)本文解説編平成4年3月
- 2) 財団法人日本建築センター：ビルディングレター1996年11月