

目白ガーデンヒルズ

アルテス
斎藤 一



1. はじめに

本計画は図-1, 2に示すように、5～10階建の住宅5棟を地下2階の上に設けた免震層に載せた免震構造である。地上部には柱と梁が無く、地下部には遠心成形した丸柱を使用した特殊な架構形式の建物である。本建築物は以下の構工法を用い、技術提案型コンペを経て、入手・実施設計に至っている。

- 免震層の高さを削減するため、免震層上下の梁をフラットビームとする。
- 免震部材の数と地下2階の柱の数を減らすために免震支承を外周のみとする。
- スラブと壁の面外方向の耐力と剛性を評価する為の設計法を採用し、経済的な断面とする。
- 積層ゴムの引張対策用のウインカー工法を採用
- B2階駐車場の柱にNEO(ネオ)カラム工法を採用

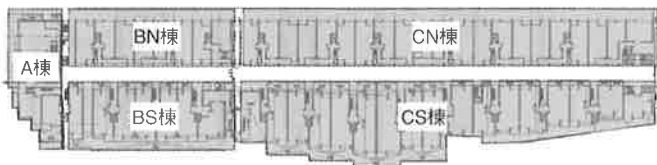


図-1 建物配置図

A棟	BS棟	BN棟	CS棟	CN棟
8階建	10階建	5階建	10階建	6階建

2. 建物概要

建築物概要

建築物名称：目白ガーデンヒルズ

(申請時) (仮称) 目白1丁目マンション

建設地：東京都豊島区目白1丁目3-8

建物用途：共同住宅

建築主：住友不動産株式会社

設計・監理：日建設計(基本)、鹿島建設(実施)

施工：鹿島建設、株木建設

建築面積：6,830m²

延床面積：54,423m²

階数：地上10階、地下2階

高さ：軒の高さ 32.57m

建物高さ 33.14m

最高高さ 33.14m

基準階高さ 3.07m

構造：地上階 RC造

地下階 RC造

免震装置：天然ゴム系積層ゴム(98基)

すべり支承(43基)

オイルダンパー(44台)

特殊工法：プレートオンリー工法

ウインカー工法

NEO(ネオ)カラム工法

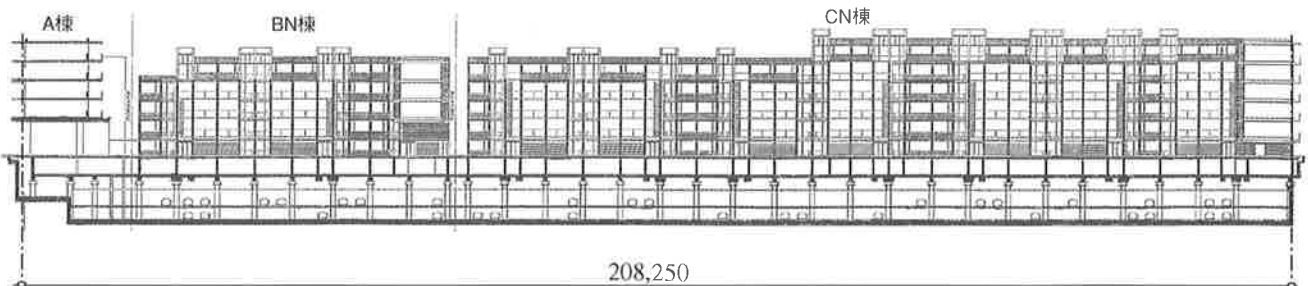


図-2 北棟南側立面図

3. 構造概要

3-1 構造計画概要

本建物は地上10階建・地下2階の建物で、軒高GL+32.6m、基礎深さGL-12.4mの鉄筋コンクリート造による免震ハウジングである。

耐震設計は、静的設計と動的設計の2本立てとし、動的設計目標性能を表-1に示す。静的設計では上部構造の設計せん断力を、レベル2(極めて稀に発生する地震動)の地震応答解析の応答値を上回るように設定し、設計せん断力係数は $C_B=0.12$ の A_i 分布としている。

本建築物の短辺方向の断面図を図-3に示す。上部構造の軸力は外側に集め、免震部材の数と地下2階の柱の数を減らす計画とした。これを実現させるために、免震層には井桁型のメガビームと積層ゴムの上下には長辺方向にフラットビームを設けている。

建物の形状が不整形で、免震層の形状も桁方向に長いため免震周期も長くすることになり、上部構造と擁壁の間隙や仕上げ材、設備配管などの免震クリアランスは600mmとしている。また、5棟が載っていることから特定の棟に地震力が集中する可能性も考えられるので、偏心を考慮しながら長周期化を行う。

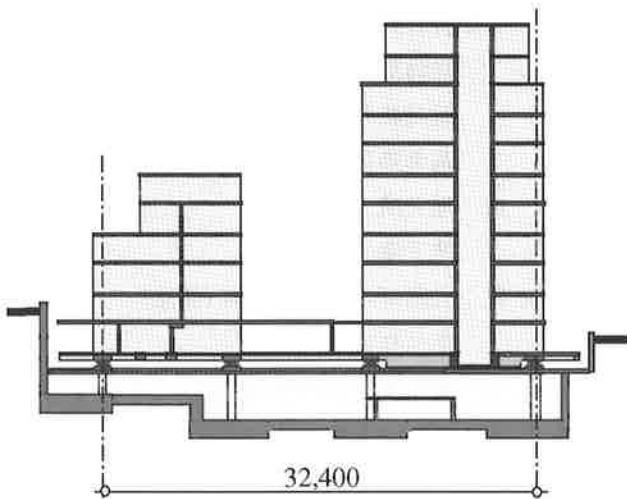


図-3 断面図

3-2 上部構造の設計概要

地下2階と地下1階の間に免震層があるので、上部構造とは地下1階から上を示す。上部構造の1階床は繋がっているが2階からは5棟に分かれている。桁方向のスパンは6.0~9.75m、基準階階高は3.07mである。立面的には各棟ともセットバックがあり、比較的、複雑な形状をしている。上部構造には柱と梁形が無く、スラブと壁だけで構成されるプレートオンリー工法を採用している。本工法概念図と平面図を図-4、図-5に示す。壁とスラブの厚さはA棟、BS棟、CS棟が300mm、BN棟、CN棟が250mmである。尚、設計上の前提条件を以下のようにした。「壁とスラブのせん断応力度はコンクリートの短期許容応力度以下とする」、「極めて稀に発生する地震動(レベル2)をカバーする設計せん断力時に部材の応力度は短期許容応力度以内、層間変形角は1/200以内とする」、「余裕度確認用の地震動(レベル3)でも、鉄筋のひずみは弾性範囲内とする」

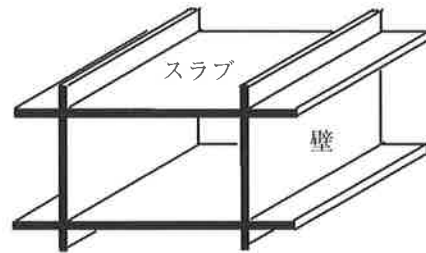


図-4 プレートオンリー工法概念図

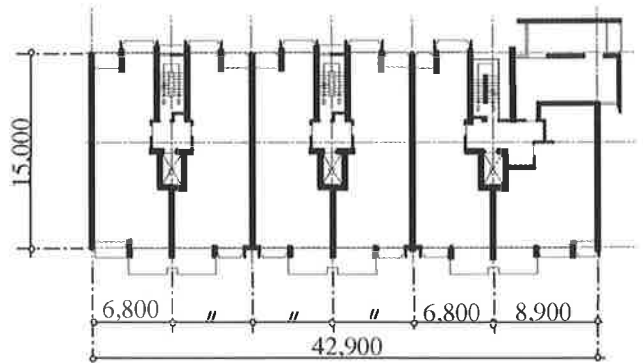


図-5 BS棟平面図

表-1 設計目標性能

地震動レベル	上部構造	免震部材	下部構造	配管類・EXPJ
レベル 1 (稀に発生する地震動)	短期許容応力度以内 層間変形角 $\leq 1/300$	-	短期許容応力度以内	-
レベル 2 (極めて稀に発生する地震動)	短期許容応力度以内 層間変形角 $\leq 1/200$	40cm($\gamma=200\%$)以内 引抜力が生じない	短期許容応力度以内	無被害
余裕度確認	層の塑性率1以下 部材の塑性率1以下	免震層クリアランス60cm ($\gamma=300\%$)以内	弾性限耐力以内	無被害

3-3 下部構造の設計概要

本建物における下部構造は免震層以下の地下2階部分となる。基礎底レベルは平均GL-12.4mで、GL-8.4m以深のN値60以上の砂層を支持層とする布基礎タイプの直接基礎である。尚、免震層の下側のスラブから立ち上がる擁壁は600~800mmである。地下2階の柱には既製杭の製造ラインを利用した丸柱のNEOカラム(遠心成形中空薄肉プレストレストプレキャスト柱)を採用した。地下階は土圧壁と耐震壁が地震力を100%負担しているため、NEOカラムはポスト柱として使用し、上下の躯体に150mm埋め込んだだけの単純な納まりにした。

3-4 免震材料の設計概要

図-7に免震材料の配置を示す。免震材料には、天然ゴム系積層ゴムと滑り支承を併用し、オイルダンパーを付加している。レベル2応答変形時(水平変形 $\delta = 200\text{mm}$)の等価周期4秒、等価減衰25%、免震層の偏心率3%以内を目標として配置している。基本的には積層ゴムを用いているが、変動軸力の小さな部分に滑り支承を設け、免震層の周期及び、偏心率の調整を行っている。レベル2の地震動における相対水平変形は、設計目標変形の400mm($\gamma = 200\%$)以内にあり、積層ゴムに引抜き力が生じないようにする。尚、想定以上の大地震対策として、図-6に

示すような翼状鋼板の面外曲げ変形により大部分の引張変形が吸収され、積層ゴムには過大な引張変形や引張応力が生じないようにするウイングプレートアンカー工法(ウインカー工法)を採用している。上部構造にプレートオンリー工法を使用しているため、階段室やエレベーターシャフトなどのために桁方向のRC造の壁に地震力が集中し易くなる。さらに、隅柱下の長期軸力が小さい積層ゴムに引張力が生じる可能性が生じてくる。この引張力対策に引張抵抗力がある免震部材を使用すると、地震力がさらに集中することになるので、引張抵抗力が小さいウインカー工法の適用はプレートオンリー工法等の特徴を活かすことになる。

ウインカー工法はこのようなイレギュラーな建物に有用な免震部材のアンカー工法である。

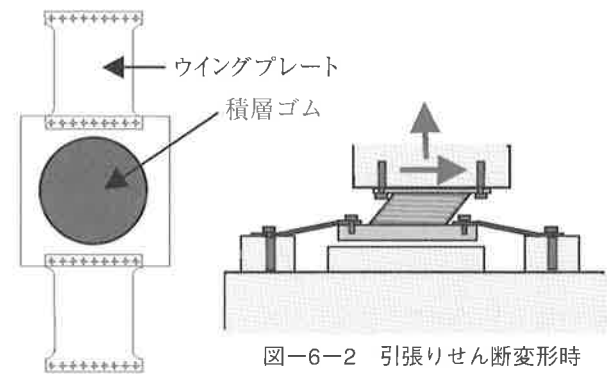


図-6-1 ウインカー工法

図-6-2 引張りせん断変形時

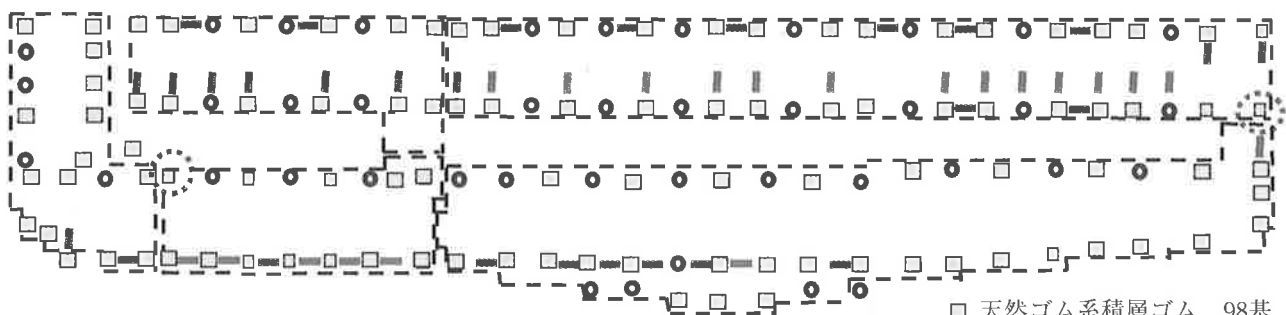


図-7 免震材料配置図

- 天然ゴム系積層ゴム 98基
- 弾性すべり支承 43基
- オイルダンパー 44台



写真-1 NEOカラム製造風景



写真-2 NEOカラム(実施例)

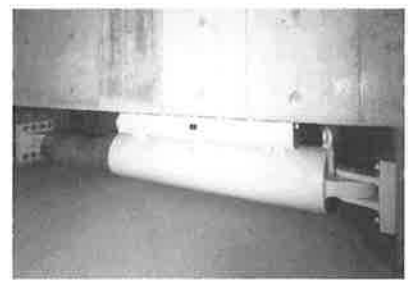


写真-3 オイルダンパー

4. 応答解析概要

4-1 採用地震波

地震応答解析に使用した地震波は、告示波3波、既往波3波(EL CENTRO、TAFT、HACHINOHE波)である。

4-2 解析モデル

応答解析モデルは、図-8に示すように、上部構造の各棟を等価せん断棒に置換し、免震装置、地下階の剛性を考慮した計46質点等価せん断型モデルとした。上部構造の復元力特性は、層せん断力-層間変形(Q- δ)曲線を、弾性限耐力を第2折れ点とするTri-Linearモデルに近似して評価し、免震層の復元力特性は、線形水平ばね・線形回転ばね・非線形ばね(Bi-Linear特性)・非線形ダッシュポット(Bi-Linear特性)でモデル化している。

4-3 応答解析結果

極めて稀に発生する地震時の桁方向の応答解析結果を図-9に示す。図-9は、本建物で採用した免震部材の場合と鉛プラグ入り積層ゴムだけの場合を比較しているが、周期を伸ばした本システムの効果が明確に出ており、免震材料の特性変動を考慮しても応答最大加速度は $250\text{cm}/\text{sec}^2$ 以下で、応答最大層間変形角も $1/250$ を下回っている。また、免震層の最大相対水平変形は最大で 38.2cm (KB-L2、隅角部の最大応答変位)であり、性能保証変形 40.0cm (積層ゴムのせん断歪み $\gamma=200\%$)以下である。積層ゴムの最大軸力変動量は長期軸力の 56% (KH-L2、Y方向)であり、上下方向に上向き震度 0.44 の力が生じるまで引抜き力は生じていない。

尚、基礎固定時の固有周期が $0.15\sim 1.25$ 秒に対して、ゴムのせん断歪 100% 時の周期は 4.3 秒である。

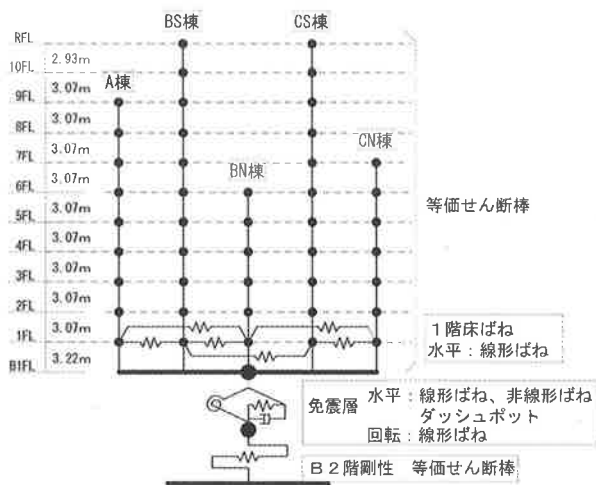


図-8 解析モデル

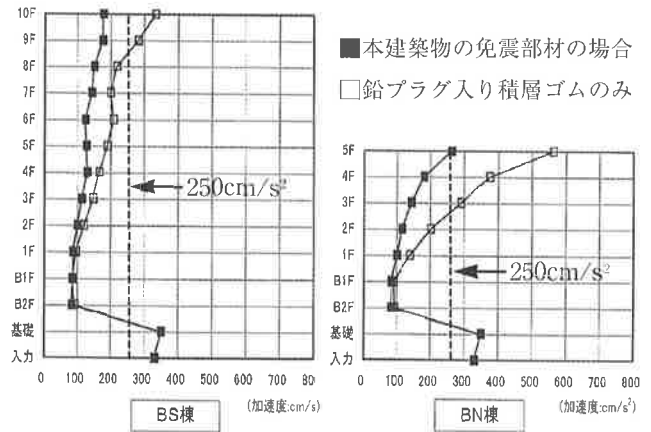


図-9-1 応答最大加速度(X方向、レベル2、告示波)

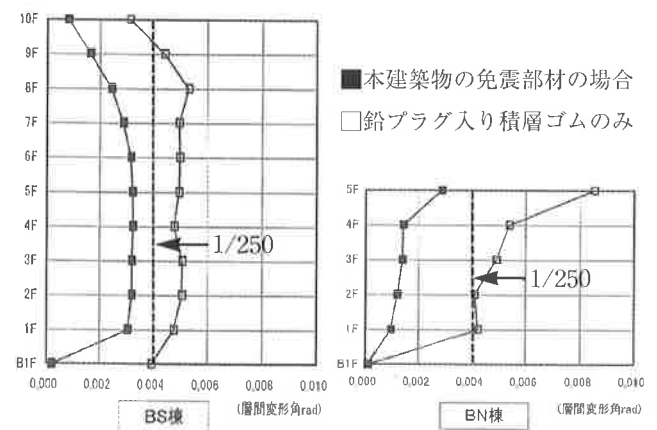


図-9-2 応答最大層間変形角(X方向、レベル2、告示波)

5. まとめ

「壁・スラブ架構の耐力・変形性能」、「スラブ筋のパネルへの定着・通し筋の付着性能」、「パネル補強筋の効果」の確認を目的とした実験を行い、適切な接合部補強することで、架構は梁(スラブ)曲げ降伏先行型の破壊性状を示し、脆性的な破壊モードにはならないことを確認している。(写真-4、5)

本建築物は免震構造なので層間変形角も小さいが、非免震構造の場合には、鉄筋の抜け出しを含めた接合部の性能を充分確保できる補強が必要になると思われる。本建築物で適用した構工法が、免震構造による設計の自由度の向上や免震の可能性を広げる切欠になれば幸いである。

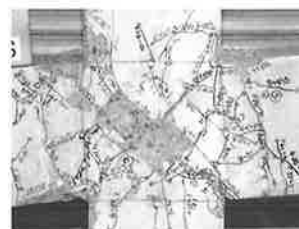


写真-4 無補強の場合



写真-5 菱形補強の場合