

丸彦渡辺建設(株)本社ビル

丸彦渡辺建設
持田裕典



同
松原 拡



総研設計
三好英治



1. はじめに

丸彦渡辺建設㈱本社ビルは、札幌市の中心街より豊平川を挟んだ豊平区に創立80周年を迎えて、札幌市の豊平地区再開発の事業として建設された建物である。

免震構造の普及促進を考慮し、数多くの施設見学会を実施している。建設後4年を経て、建設業界の関係者は元より、道内各大学の授業の一環として、又は、海外（ロシア・中国・コロンビア）の専門家など、延べ1,000人以上の見学者が来社しており、事務所ビルとして、道央圏第1号の免震構造の建物である。

2. 建物概要

所在地：札幌市豊平区豊平6条6丁目5-8

用途：事務所

敷地面積： 1,644.08m²

建築面積： 661.27m²

延床面積： 5,576.38m²

基準階床面積： 582.57m²

構造：SRC造一部RC造 免震構造

階数：地下1階 地上8階 塔屋1階

工期：平成9年5月～平成10年9月

設計：丸彦渡辺建設株式会社一級建築士事務所

株式会社 総研設計

評定番号：BCJ-免376 平成9年2月



写真-1 正面外観



写真-2 1階エントランスホール

3. 構造計画概要

本建物は最下部に免震層を設けた9層（地下1階、地上8階、塔屋1階）のオフィスビルである。

広々とした執務空間を確保する為に大スパン（16.2m）架構として鉄骨鉄筋コンクリート構造で取り囲む様に構成した。耐震壁が多めにとれる地下1階すべてと、大スパン以外の昇降スペース設備的なコア廻り部分は鉄筋コンクリート構造とした。

長辺方向で地下1階から6階までが4スパンの25m、7、8階が3スパンの20m、短辺方向で2スパンの23.7mとなっている。上部構造は耐震壁付きラーメン構造とした。

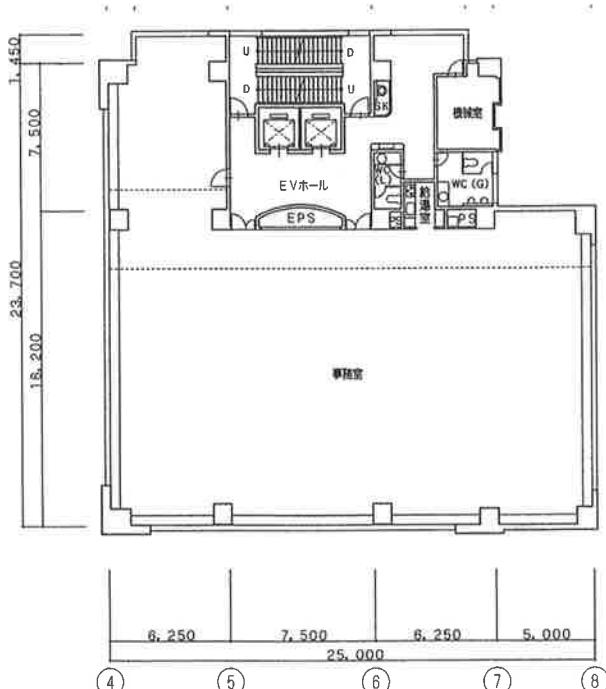


図-1 一般階平面図

建設地は深度4～5m以深よりN値50以上の砂礫層が数十m続く良質な地盤であるため、基礎形式は基礎底位置をGL-7.4mとし直接基礎とした。

地下1階下部に階高2.6mの免震ピットを設け、そこに天然ゴム系積層ゴム支承、鋼棒ダンパー、鉛ダンパーを配置した。

建物の外周には鋼製形鋼の土留め杭による擁壁を配置した。この擁壁と建物との間には50cmのクリアランスを設けた。

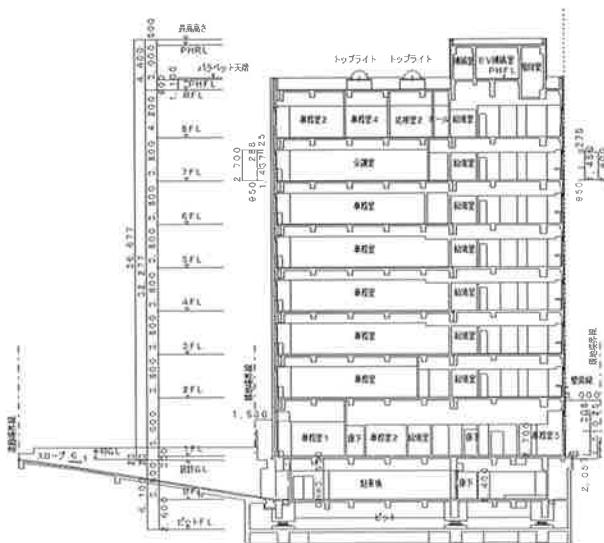


図-2 断面図



写真-3 免震部材設置状況

4. 免震システム概要

建物の周期を長周期化させる目的で、支承部には高面圧（長期面圧で 15N/mm^2 ）で使用できる天然ゴム系の積層ゴムを採用し、小地震時は鉛ダンパーの塑性変形で、大地震時には鋼棒ダンパーと鉛ダンパーの塑性変形でエネルギーを吸収する目的で表-1に示す免震システムを採用した。配置図を図-3に示す。

大変形に耐えられるように、鉛直荷重の小さな箇所には高面圧仕様の支承と同形状でせん断弾性率が低い低弾性仕様の支承も採用した。

その結果、免震層を含めた建物の等価周期は大地震時レベル（積層ゴム支承のせん断歪み120%）において3秒となった。上部構造体の固有周期の3.8倍となった。

表-1 免震システム概要

天然ゴム系積層ゴム	仕様	高面圧仕様	低弾性仕様
	呼称径	1000φ	900φ
ゴム層	7.5mm×26	6.8mm×26	6.8mm×26
鋼板層	4.5mm×25	4.5mm×25	4.5mm×25
1次形状係数	31.7	31.4	31.4
2次形状係数	5.1	5.1	5.1
せん断弾性率	0.44N/mm ²	0.34N/mm ²	
使用台数	2台	7台	5台
履歴ダンパー	種類	鋼棒ダンパー	鉛ダンパー
	形状	ループ状鋼棒90φ ループ径650φ(4本)	U字型鉛棒180φ h=924mm
	材質	鋼棒 SCM415 ベースプレート他SM490A	鉛純度 99.99% ベースプレート他SS400
	使用台数	9台	11台

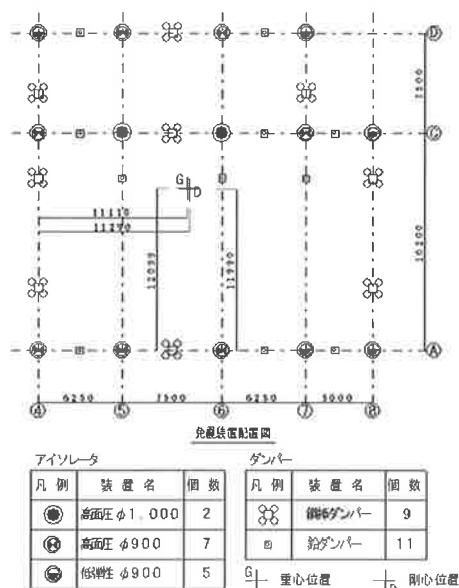


図-3 免震部材配置図

5. 構造設計概要

耐震設計の目標性能を表-2に示す。レベル2の地震動に対して上部構造・下部構造共に短期許容応力度以内、免震部材は安定変形以内となることを目標にしている。余裕度レベルの地震動に対しては、各部材は終局耐力以内、免震部材は性能保証変形以内にとどめている。

解析モデルは、図-4に示すように、上部構造を10質点等価せん断型として扱い、免震層部分をスウェイ・ロッキングばねとしてモデル化した。基礎底よりN値50以上の良質な地盤に支持されている為、基礎は固定とし地震力は基礎より入射した。

復元力特性は上部構造をTri-Linear型とし、積層ゴム支承をLinear型、履歴ダンパーはBi-Linear型、ロッキングばねは積層ゴムの鉛直ばねを考慮し、Linear型とした。減衰は内部粘性型の瞬間剛性比例型とし上部構造の一次固有周期に対し3%とし、免震層は0%とした。

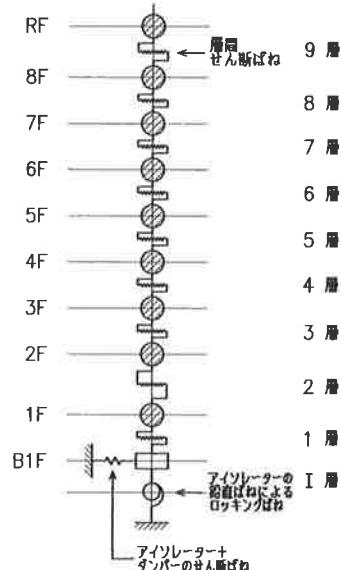


図-4 解析モデル

表-2 耐震設計の目標性能

		レベル1	レベル2	余裕度レベル
設定する地震動のカテゴリー		C1	C2	C3
耐震	上部構造	短期許容応力度	短期許容応力度	終局耐力
性能	免震部材	安定変形	安定変形	性能保証変形
目標	基礎構造	短期許容応力度	短期許容応力度	終局耐力

*設計当時の日本建築センターの「免震建築物の抜粋資料作成方法とその解説」によるカテゴリーを示す

表-3 設計用入力地震動

レベル	レベル1の地震動	レベル2の地震動	余裕度レベル
実効周期の範囲	1.85~2.12秒	2.50~2.70秒	2.89~3.04秒
カテゴリー	C1	C2	C3
入力地震波名称	加速度 (cm/s ²)	速度 (cm/s)	加速度 (cm/s ²)
EL CENTRO 1940 NS	230	22.5	460
TAFT 1952 EW	223	22.5	447
HACHINOHE 1968 NS	150	22.5	300
HOKUDAI 1968 EW	187	22.5	374
入力地震波名称	速度 (cm/s)	加速度 (cm/s ²)	速度 (cm/s)
EL CENTRO 1940 NS	-	-	-
TAFT 1952 EW	670	-	67.5
HACHINOHE 1968 NS	-	-	-
HOKUDAI 1968 EW	562	67.5	-

設計用入力地震動は表-3に示す観測波4波とし、入力レベルは最大速度で基準化し、レベル1で22.5cm/s、レベル2で45cm/s、余裕度レベルで67.5cm/sとした。観測波で「HOKUDAI 1968 EW」は1968年十勝沖地震の際に北海道大学構内にて採取された記録波である。この地震波を地域特性を表す地震波として採用した。

レベル2の地震応答解析より得られたY方向の最大応答加速度を図-5、最大応答せん断力係数を図-6に示す。

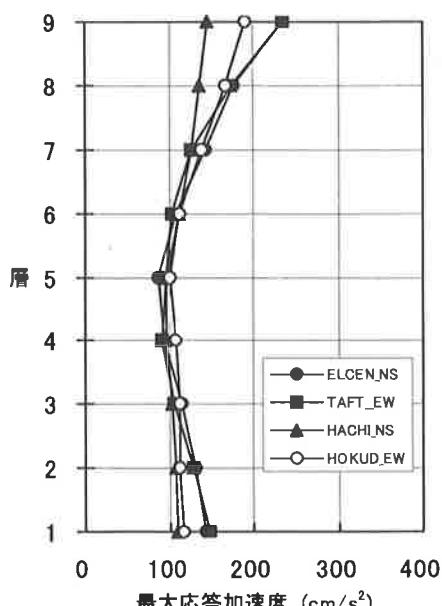


図-5 最大応答加速度

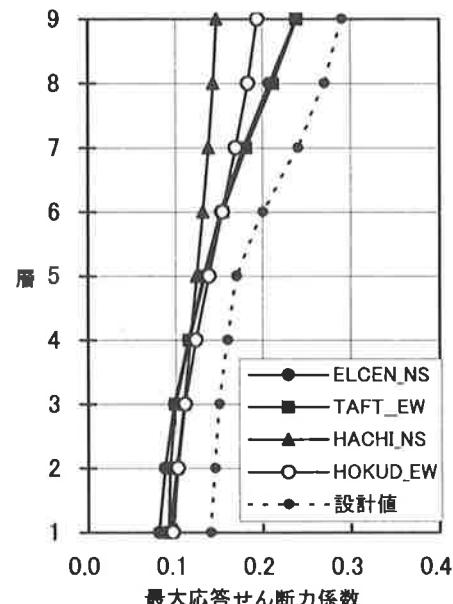


図-6 最大応答せん断力係数

6. 観測データー

<地震観測データー>

本建物において、設計当初より北海道大学の石山祐二教授研究室と協議を行い、免震層上部3箇所・下部1箇所・地上1箇所 計5台の地震計を設置し継続的な観測体制を構築している。

免震性能の確認はもとより、地震時における建物の揺れの計測が可能な位置に各計測装置を配置している。4年を経て気象庁発表による計測震度2程度の地震が2回ほど計測されている。いずれの観測値も微小の為、ここではデーターの開示を割愛する。震度3以上の地震波を観測した時点において、丸彦

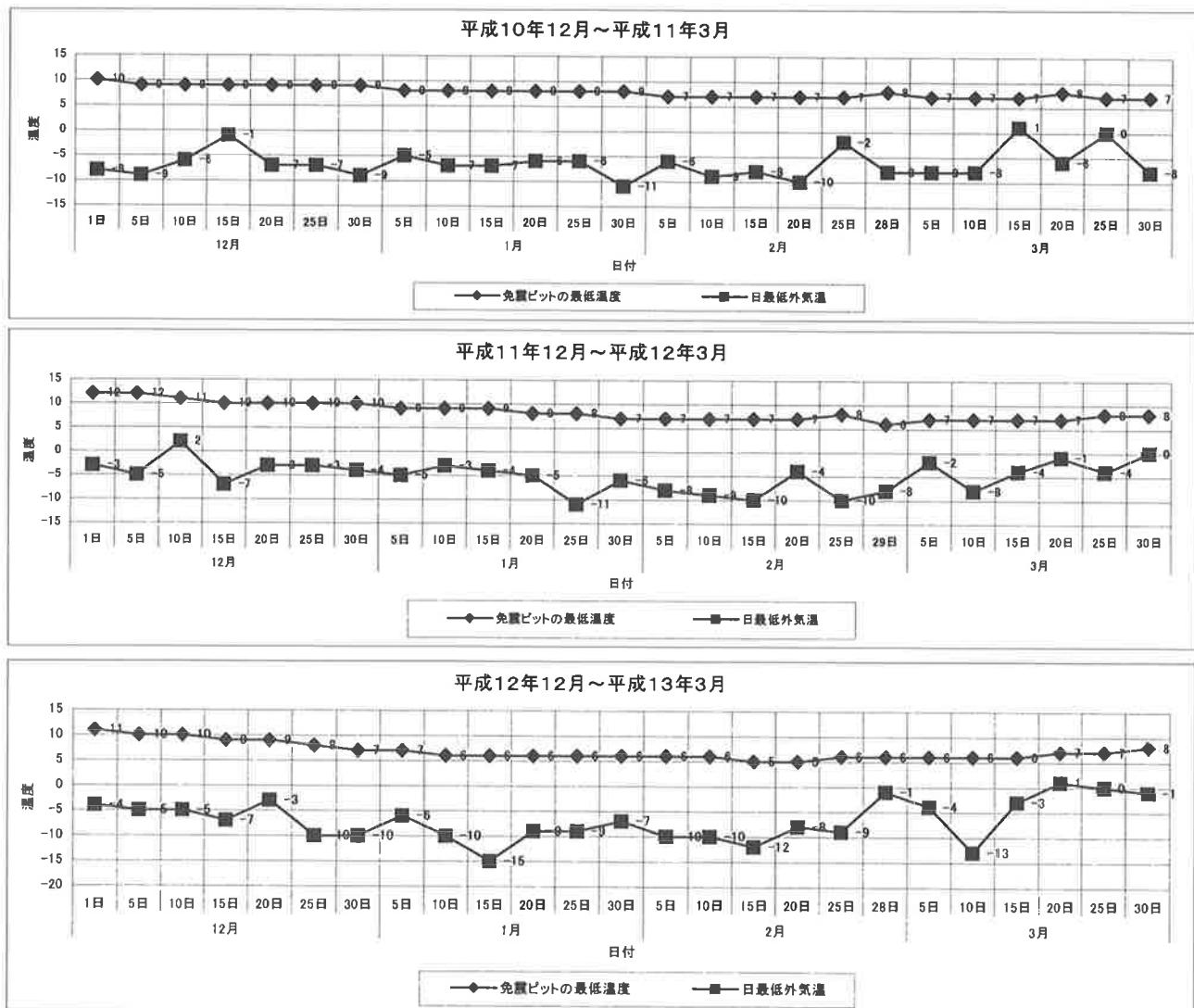


図-7 免震ピット計測データー

渡辺建設・北海道大学・総研設計の3社共同で検証する予定である。

<免震ピット内温度と外気温の関係について>

当建設地は、北海道の寒冷地域であり、評定部会においても、寒冷地域のデーターが少なく免震装置の温度依存性による安全性についての議論がなされた。

維持管理のための定期的な計測はもとより、免震ピット内部の室温と、外気温度の計測を今後の設計に活用する為に実施している。

図-7に示すデーターは、竣工以来1時間単位の記録データーをもとに、1日の免震ピットの最低温度と最低外気温度を示したものである。

札幌市の日最低気温月別平年値は1月(-8.4°C)、2月(-8.0°C)で、気温の最低記録は1945年に-23.9°Cを記録している。

観測結果から、外気温が氷点下を大きく下回っても免震ピットは+5°C以上となっており、外気温の変動による免震ピットの室温は大きな変動が起きないことを示している。

7. おわりに

人命・財産を守る免震建物の性能は、他の構造物に比類がない。

阪神大震災直後の免震建物着工に比べ、最近の状況は不況と重なっていると言え残念でならない。

限界耐力計算法による免震構造が、設計コストの少ない主事確認で出来るようになったが、やはり若干建設コスト高になる。免震普及に努力を惜しまないが、関係各位の一層の努力と協力をお願いして、終わりの言葉としたい。