

梅田DTタワー

竹中工務店
田中利幸



同
椿 英顕



同
山根一三



1. はじめに

本建物は大阪駅前に位置し、地上27階地下4階の規模を有する事務所ビルである。地下部は店舗および駐車場を主用途とし、外装は4面とも環境に配慮したLow-eガラスによるガラスカーテンウォールとしている。本工事は1991年に一度着工したが、地下柱、杭、1階床などを施工後1993年に工事を中断、用途・プランなどを見直し2000年11月に再着工したプロジェクトである。

設計変更に際しては、環境問題への配慮から、建設副産物の低減への取り組みとして、解体をできるだけ減らし既存先行躯体を活用している。

一方、兵庫県南部地震以後、構造体の安全性に加え、家具・什器・コンピュータ等の損傷低減や、地震後における建物機能維持への関心の高まりから先行躯体上部で中間階免震構造としている。

2. 建物概要

建物の外観パースおよび建物概要を図-1に、基準階平面図を図-2に、構造概要を図-3に示す。



建物概要
 建物名称：梅田DTタワー
 建築主：㈱竹中リアルティ
 設計施工：株式会社竹中工務店
 主要用途：事務所、店舗
 建築地：大阪市北区梅田1丁目10番街区
 規模：地下4階、塔屋2階、地上27階
 敷地面積：3,609.3㎡
 建築面積：1,613.8㎡
 延床面積：47,613.2㎡
 軒高：GL+130m
 構造種別：地上S、地下SRC+RC+S
 免震装置：リニアスライダ 12基
 鉛プラグ入り積層ゴム 6基
 多機能ダンパー 6基
 工期：2000年11月～2003年1月

図-1 外観パース、建物概要

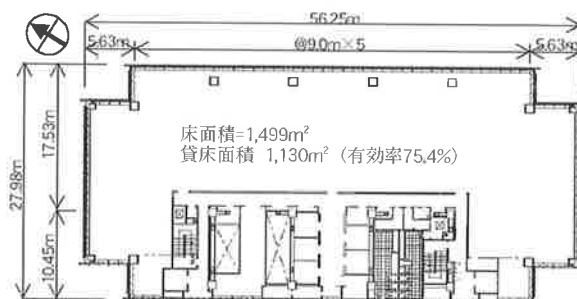


図-2 基準階平面図

3. 構造計画

3.1 構造設計方針

構造設計方針として次のテーマを設定し、ハイブリッド中間階免震構造を採用した。

- ①兵庫県南部地震の教訓を取り入れて、地震時に建物のみならず人・物への損傷を低減し、地震後もビル機能を維持する。

表-1 採用地震波

採用地震波	レベル1	レベル2
Uemachi-Osaka L1	-	219 cm/s ² 44 cm/s
El Centro 1940 NS	255 cm/s ² 25 cm/s	511 cm/s ² 50 cm/s
Taft 1952 EW	248 cm/s ² 25 cm/s	497 cm/s ² 50 cm/s
Hachinohe 1968 NS	165 cm/s ² 25 cm/s	330 cm/s ² 50 cm/s

- ②地下の解体に際しては、平面計画への制約や工期・コストへの課題が多いことおよび環境問題への配慮から、地震力（特に軸力）を低減することにより既存先行躯体を活用し、工期短縮および建設副産物の低減を目指す。
- ③基準階プランの自由度を高める。

3.2 採用地震波および耐震性能目標値

採用地震波としては表-1に示す観測地震波3波および上町断層の活動を想定した大阪市作成の模擬地震波を用いている。1次固有周期を表-2に、各部位の耐震性能目標値およびレベル2の応答値を表-3に併せて示す。

4. 免震システム概要

本計画に採用した免震システムはリニアスライダ、鉛プラグ入り積層ゴム（角型）、多機能ダンパーより構成されている。免震層における各装置の配置を図-4に示す。

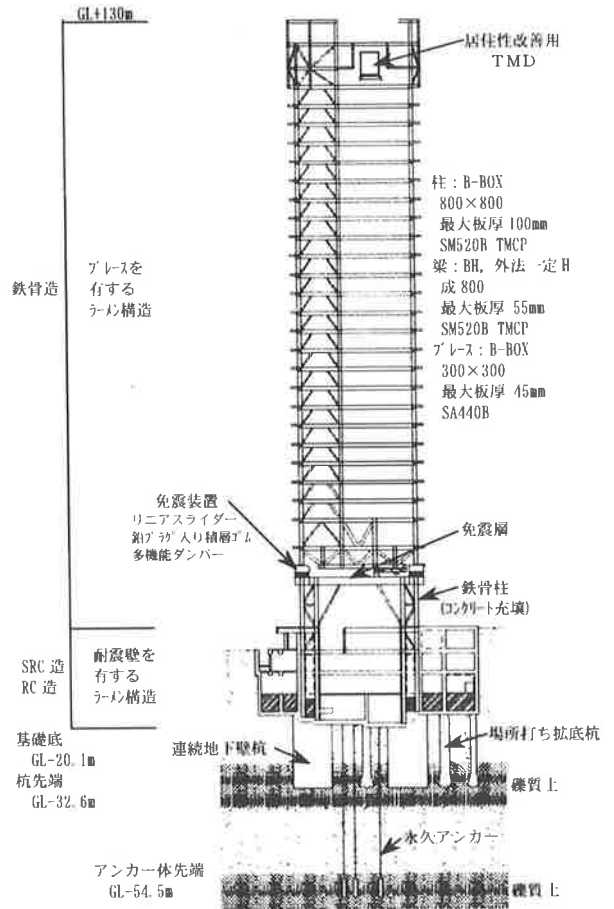


図-3 構造概要

表-2 1次固有周期 (秒)

免震層変形	長辺方向	短辺方向
免震層固定	3.99	3.99
2cm (10%)	4.38	4.38
10cm (50%)	5.20	5.20
30cm (150%)	5.99	5.98

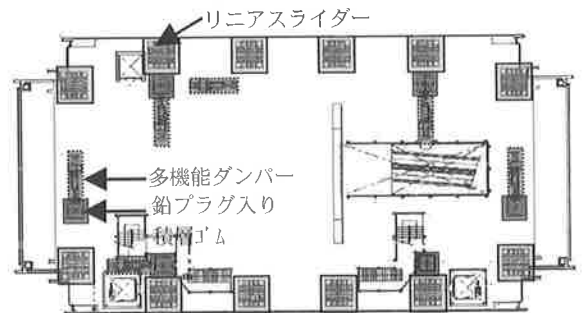


図-4 免震装置配置図

表-3 耐震性能の目標値とレベル2応答値

地震動	レベル	レベル 1	レベル 2
免震装置	免震装置変位	40cm 以下	40cm 以下 (11.24cm)
	積層ゴム歪	200% 以下	200% 以下 (56.2%)
免震層上部構造	状態	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下
	層間変形角	1/300 以下	1/150 以下 (1/186)
免震層下部構造	状態	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下
	層間変形角	1/600 以下	1/300 以下 (1/752)
杭	状態	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下

4.1 リニアスライダ

圧縮および引張りの鉛直方向荷重支持機能および滑らかに動くスライド機能を目的として12基のリニアスライダを設置している。設計用の1基あたり長期軸力は約2500tf~3200tf、レベル2地震時の引抜き力は上下動を考慮して約800tfとなっている。摩擦係数は0.01程度であり、設計値は0.012、ばらつきは±0.005としている。その値は装置単体については工場で全数を、また、設置後の全体の摩擦係数については免震層の上部3層を施工後多機能ダンパーをジャッキとして加力した作動試験で確認している。装置の構成を図-5に、据え付け時の状況写真を図-6にそれぞれ示す。2方向に2本ずつのレールが4箇のLMブロックで連結されている。それぞれのLMブロックの中に配列された468×4箇のボールで荷重を支持するとともに、ころがり摩擦として小さな摩擦係数を実現している。下向き3000tfを载荷した性能確認時の履歴特性の一例を図-7に示す。

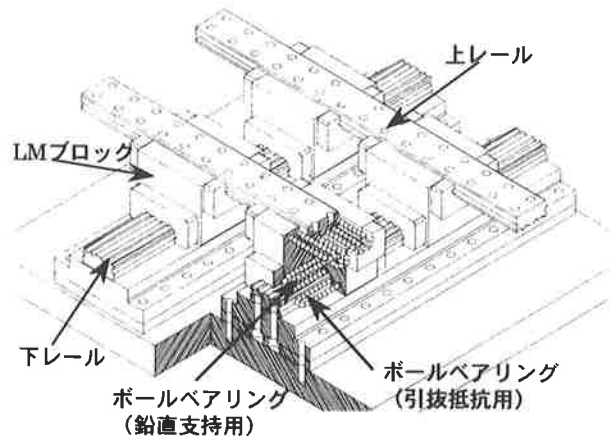


図-5 リニアスライダの構成

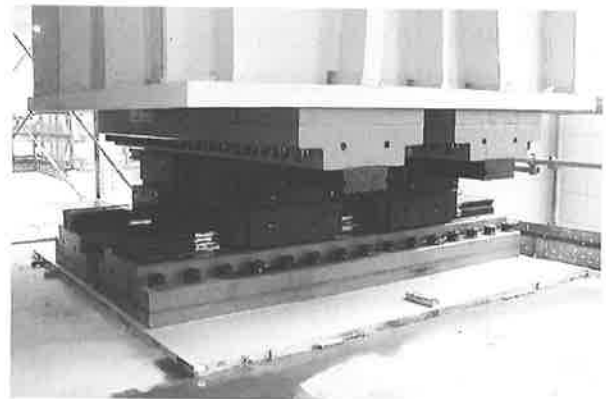


図-6 リニアスライダの状況写真

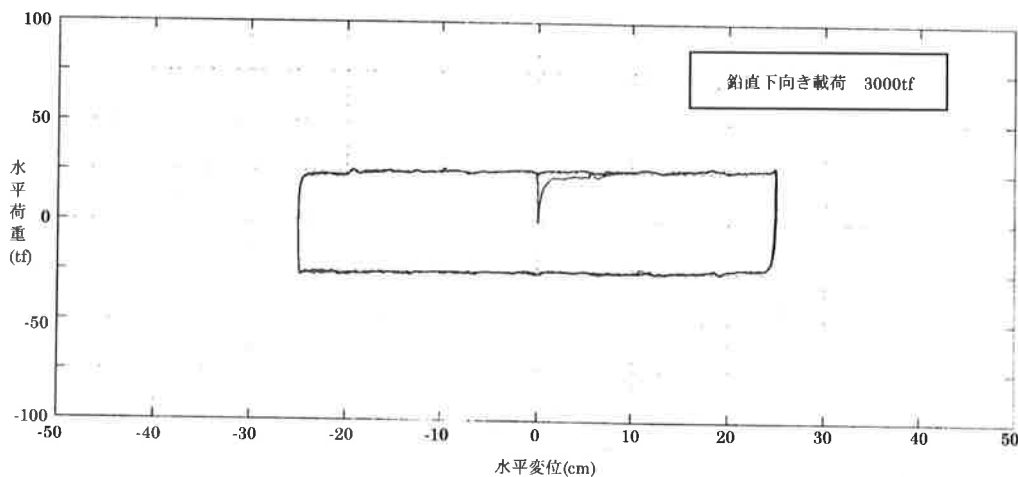


図-7 リニアスライダの履歴特性

摩擦係数が小さいために通常の基礎にあたる鉄骨架台への据え付けには厳しい精度確保が施工上重要である。地震時の下部構造の回転角を考慮して施工時の据え付け要求精度を1/1000と設定した。溶接による歪みを考慮して溶接順序を決定するとともに、建て方後に架台の天端を3次元光波測定器で計測し、その値に基づき図-8に示す調整プレートを研削し精度を確保した。その結果リニアスライダ設置後は約1/1800、躯体完了時点では解析による逆傾きを考慮した施工により約1/3000の精度となっている。装置寿命はボール転動にともなうレール面の摩耗などによる金属疲労に起因する摩擦係数の増大である。実験値を考慮して本建物での取り換え時累積走行変位を2000mに設定した。その結果、日常および台風などの強風時や地震時の変位の累積値による限界を考慮して取り替え時期の目安を100年としている。

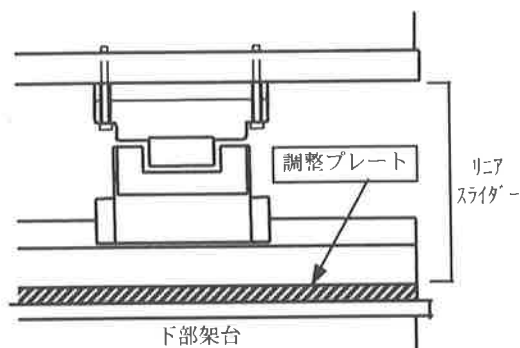


図-8 リニアスライダの設置

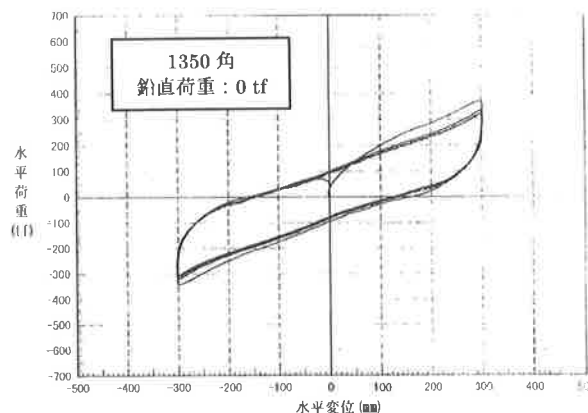


図-9 鉛プラグ入り積層ゴム(角型)の履歴特性

4.2 鉛プラグ入り積層ゴム (角型)

ダンパー機能および復元機能として鉛プラグ入り積層ゴム(角型)を6基設置している。1100角~1350角の大きさで一基につき155φ~190φの鉛プラグを4本ずつ内蔵している。性能確認試験時の履歴特性を図-9に、取付けの状況写真を図-10におのおの示す。

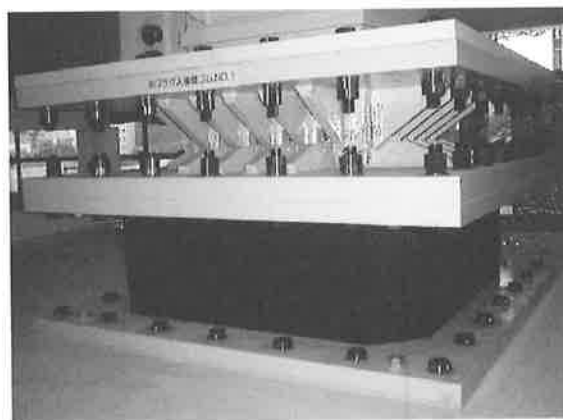


図-10 鉛プラグ入り積層ゴム(角型)の状況写真

4.3 多機能ダンパー

多機能ダンパーはシリンダー内の油の流れにより地震エネルギーを吸収するダンパー機能、油の流れを遮断して暴風時に免震層をロックするロック機能、強制的に油を流して地震後の残留変位を矯正するジャッキ機能を有している。暴風時に免震層に大きな変位が生じ、リニアスライダの寿命が短命にならないように、建物頂部での10分間平均風速が25m/s以上になるとロック機能がはたらくようにしている。スパン方向に4基、桁行方向に2基設置している。その構成を図-11、取付けの状況写真を図-12におのおの示す。

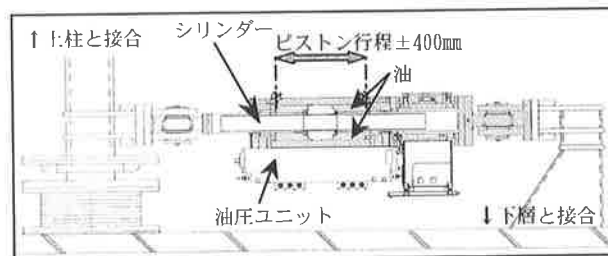


図-11 多機能ダンパーの構成

5. 維持管理計画

装置の点検はビル管理者による通常点検、機能維持管理者による定期点検および臨時点検により構成されている。その主なる維持管理概要案を表-4に示す。

6. 免震装置計測システム

免震装置の品質を維持し取り替え時期を管理するために①リニアスライダの累積走行距離、②多機能ダンパーのロック機能を管理するための風向・風速、③実地震による建物の挙動を確認するための地震波の計測を行っている。そのシステムを図-13に示す。

7. 制振システム

風に対して日常時の居住性を改善するために屋上にTMD制振システムを設置している。これは滑り軸受を用いた吊り曲げ方式のTMD制振装置で、質量としては250tf/基の氷蓄熱槽を2基使用している。その配置図、全体図をそれぞれ図-14,15に示す。その結果、日本建築学会の評価曲線でH-3以下の居住性を確保している。

8. まとめ

本建物では環境に配慮し、既存先行躯体を活用するというねらいもあり超高層オフィスビルを中間階免震構造としたことにより、次に示す効果が得られたと考えている。

- ①中低層免震ほどの大きな免震効果はないものの1/2~2/3程度に免震でき、人・物への損傷を低減できる。その層せん断力および加速度の比較を図-16および17に示す。
- ②地震力が低減できることから、既存先行躯体を有効活用でき、約10ヶ月の工期短縮と建設副産物の低減が可能となっている。



図-12 多機能ダンパーの取付状況

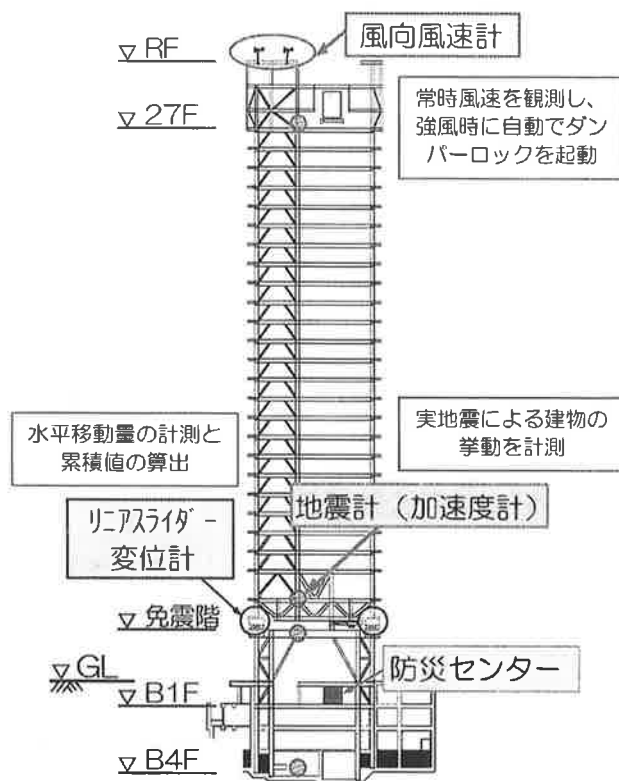


図-13 免震装置計測システム

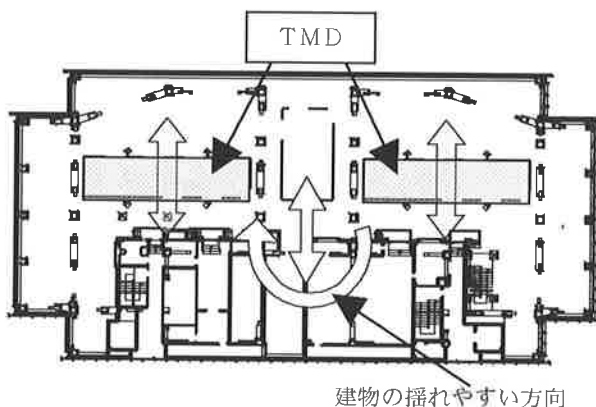


図-14 TMD配置図

免震建築紹介

③免震にしたことにより、各階に制震ダンパーなどの設置が不要となり、片側コアタイプの基準階プランの自由度を高めている。

以上より地下を有する場合の建替えに際して中間階免震構造は有望な解決策の一つであると考えられる。

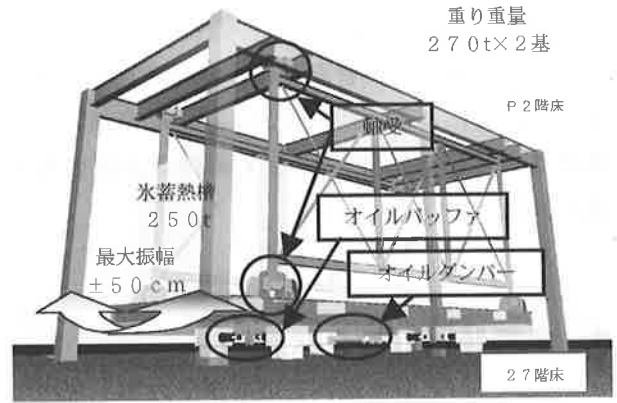


図-15 TMD全体図

表-4 維持管理概要

部位	必要性	通常点検・定期点検				臨時点検	メンテナンス体制(案)		
		点検項目	点検方法	点検時期					
免震装置	建物を安全に支持できること	通常	損傷の有無	外観検査	年1回程度	震度5以上の地震 10分間平均25m/s以上の強風 火災直後 (点検項目は定期点検と同様)	事業主 管理会社 機能維持管理者 竹中工務店およびメーカー		
		定期	レールの変位	水平変位測定	走行距離計測システムにより常時観測				
	免震装置	定期	摩擦係数	建物加力試験	竣工後10年ごと				
		通常	損傷の有無	外観検査	年1回程度				
鉛プラグ入り積層ゴム	復元装置	定期	剛性減衰能力	別置き試験体	竣工後10年ごと				
		定期	変形	水平変位測定	竣工後1, 3, 5, 10年, 以後10年ごと				
	多機能ダンパー	通常	損傷の有無	外観検査	年1回程度				
		定期	固定能力	油漏れ検査	年1回程度				

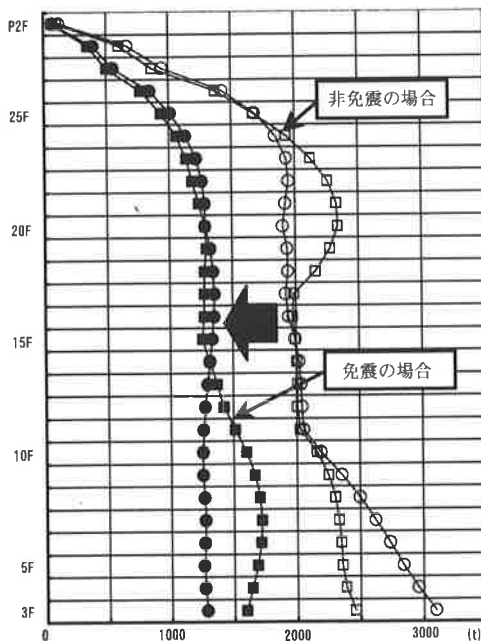


図-16 層せん断力の比較

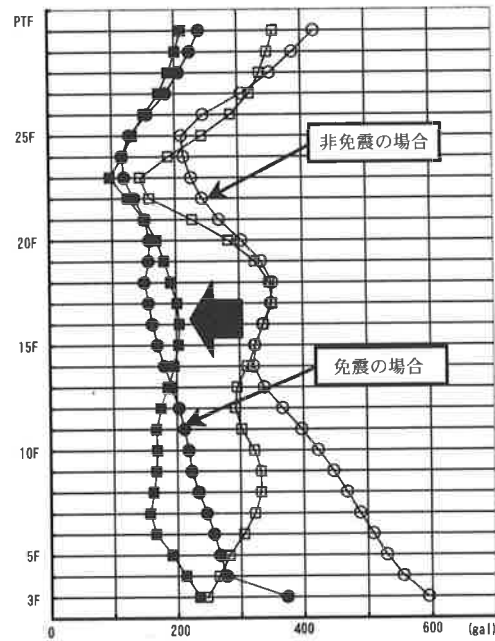


図-17 加速度の比較