住友不動産田町ビル



小林 光男 織本構造設計



源田 真宏

1 はじめに

本建物は運河が行き交うウォーターフロントとして、首都高速、湾岸道路等機動性が必要な企業にはメリットの高い田町エリアに計画された事務所ビルである。質の高いオフィスを供給し既成市街地により良い環境を提供するべく総合設計制度を採用している。総合設計制度の適用により、建物の高度利用を図り敷地にまとまった公開空地を設けることで地域の憩いの場として整備している。

2 建物概要

建物名称:住友不動産田町ビル

所 在 地:東京都港区芝浦三丁目1番75号

設 計 監 修:住友不動産株式会社

設 計 者:株式会社INA新建築研究所

構造設計:株式会社織本構造設計施工者:三井住友建設株式会社

延床面積:10,421.16m² 階 数:地上12階

構造形式:鉄骨造 一部鉄骨鉄筋コンクリート造

基 礎 形 式:場所打ち鋼管コンクリート杭

本建物は高い耐震性能を有した事務所ビルとする ため免震構造を採用している。

建築規模は地上12階、地下無しの延床面積が10,421.16m²であり、平面形状は25.2m×37.2m、セットバックの無い長方形である。

階高は1階が7.4m、2階が7.1m、3階が5.1m、基準 階が4.35m、建築物の高さは71.0mである。

用途区分は1階エントランス、2階が機械式駐車場、 3階は会議室、基準階は事務所である。屋上は設備置場としている。中間免震層は2階と3階の間に計画している。写真1に本建物の外観及び基準階の内観を示す。





写真1 外観・内観(基準階)

3 構造計画

本建物は2階と3階の間を免震層とした中間階免震としている。構造種別は中間免震層の上部及び下部は鉄骨造とし架構形式は純ラーメン構造とした。執務室内は無柱空間を確保するために15.85mの長スパン梁としている。中間免震下部の建物外周は1階~2階までの吹き抜け空間であり14.5mの長柱となる。

そのため外周の柱をCFT造とし座屈耐力の向上と柱 頭の免震支承のせん断力を負担できるような部材剛 性を確保した(写真2)。

中間免震層より下部の架構は地震時の応答値が大きくなることを想定し1階及び2階に粘性体制震壁を配置することで免震層上部からの地震時せん断力を安定して負担できるようにすると共に下部構造の応答加速度の低減を図っている(写真3)。

基礎梁は鉄骨鉄筋コンクリート造とすることで中間免震層より下部の架構剛性と部材耐力を確保している。

4 基礎計画

建設地の地盤は、成層状態となっておりGL-17.9m 付近の東京礫層(砂礫層N値60以上)を支持層とする杭基礎を採用した。杭種別は場所打ち鋼管コンクリート杭、杭工法は既存建物の杭と一部干渉するため、CD(回転式ケーシングドライバ)工法を併用したアースドリル拡底工法としている。

また本建設地の地盤においてGL-6.3m(基礎底より2.7m)付近にFL値が0.445(地表面加速度350galの場合)、厚さ1.2~1.45mの液状化層が確認された。液状化層では地盤の地震時のせん断変形量が大きくなることが予想されたため鋼管長さを杭頭より5.0mと設定し液状化層を跨いで配置することで地震時の杭の安全性を確保している。



写真2 吹抜け空間の長柱

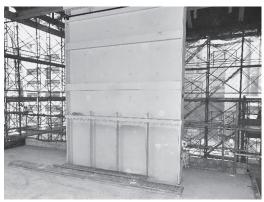


写真3 免震下部に配置した粘性体制震壁

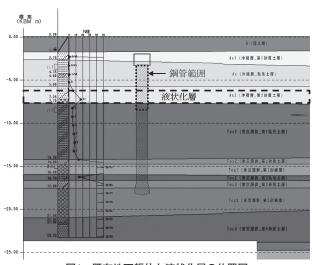
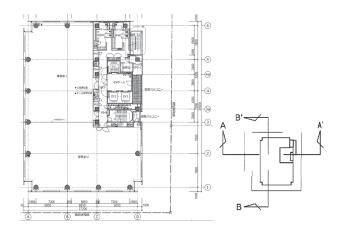
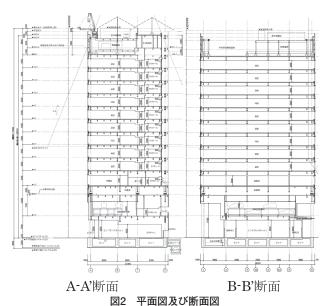


図1 既存地下躯体と液状化層の位置図





5 構造計画概要

5.1 免震層の設計方針

免震支承の構成は鉛プラグ挿入型積層ゴム支承12 基、天然ゴム系積層ゴム支承7基の組み合わせとして合計23基である。付加減衰としてオイルダンパーをXY各方向2基、計4基を配置している。 支承の配置は上部構造の重心と免震層の剛芯が一致するように計画し偏心率が小さくなるように配置計画を行った。捩れ剛性が大きくなるように外周には鉛プラグ挿入型積層ゴム支承を配置し建物内部に天然ゴム系積層ゴム支承を配置する計画としている。また建物外周に向かって長スパン梁を架けているため支承軸力を外周に集め引き抜き抵抗を大きくすることが可能となった。

外周側の支承は執務室内の有効面積を無駄なく確保するために外壁側に寄せる計画とした。そのため耐火性能検証法により検討を行うことで柱被覆としてのコンクリートと支承の耐火被覆を省略することが可能となった。免震支承が取り付く柱仕口はスチフナーを配置することで安定して軸力を伝達させると共に支承の回転変形を抑制できるように配慮した。

5.2 建物及び免震支承の耐震設計目標

下記に設計クライテリアを示す。本建物では免震層にオイルダンパー、下部構造に粘性体制震壁を使用しているため最大層間速度についてもクライテリアを設けている。時刻暦応答解析により架構と免震層の耐震性能の評価と確認を行った。

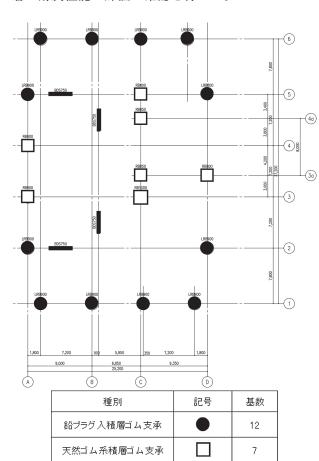


図2 免震支承配置図

4

表1 設計クライテリア

20. 10.11							
項目			稀に発生する地震動 (レベル1)	極めて稀に発生する地震動 (レベル2)			
	部材の状態		短期許容応力度以内	短期許容応力度以内			
上部構造			Qdy∕Qe≦1.0	Qdy∕Qe≦1.0			
	層間変形角		≦1/400	≦1/200			
	床加速度(*1)		$\leq 300 \text{ cm/sec}^2$	≦400 cm/sec ²			
	層間速度(*2)		20cm/s 以下				
免震層	最大変位		$\leq 20 \text{ cm}$ ($\gamma = 125\%$)	≤40 cm (γ=250%)			
	面圧	圧縮	≦短期許容面圧	≦短期許容面圧			
		引張	≥0.0 N/mm ²	≥-1.0 N/mm ²			
	層間速度(*3)		150cm/s 以下				
基礎	部材の状態(*4)		短期許容応力度以内	短期許容応力度以內			

Qdy: 最大応答層せん断力 Qe:設計用層せん断力

- (*1) 床加速度の目標値は屋上を除く3~12階までのオフィス等の用途階のみを対象とし、 免震装置の性能変動が標準状態を対象とする。
- (*2) 中間免震下部に配置される粘性制震壁の限界速度とする。
- (*3) 中間免震層に配置されるオイルダンパーの限界速度とする。

6 時刻曆応答解析

6.1 振動解析モデル

振動解析モデルは基礎を固定とした1層1質点の等 価せん断モデルとした。

架構の復元力特性はリニアとし免震層は鉛プラグ 挿入型積層ゴム支承をバイリニア、天然ゴム系積層 ゴム支承をリニア、オイルダンパーと粘性制震壁を 速度依存型のバイリニアモデルにモデル化した。

上部構造の内部粘性減衰は、瞬間剛性比例型で1次モードに対して2%とし2次以降は円振動数に比例するものとした。地震動の入力位置は基礎底とし基礎固定とする。振動モデル図を図3に示す。

6.2 入力地震動

本建物の設計用地震動は、告示波3波および観測波3波とした。表2にレベル2設計用地震動一覧表を示す。告示波の位相角には八戸NS位相、JMA神戸NS位相、乱数位相を採用した。

6.3 応答解析結果

固有値解析結果より得られた中間免震層の上部架構及び下部架構の固有周期及び免震層のせん断歪が250%時の全体固有周期を表3に示す。250%変形時の固有周期はおよそ4秒である。

応答解析結果より得られた最大応答結果を図4に示す。免震層の最大変位は免震層が標準状態においてX方向で253mm、Y方向で252mmであった。最大層間速度は免震層で74.6cm/s、免震下部において7.7cm/sであった。応答加速度は地震時に建物内への影響を考慮しレベル2地震動に対し設定したクライテリア400cm/s²以下となった(表4)。

オイルダンバー

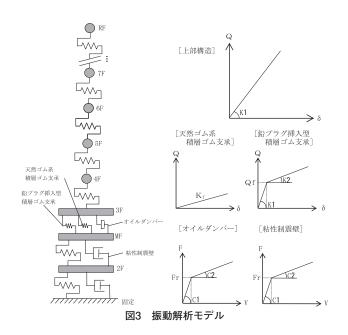


表2 設計用入力地震動 (レベル2)

地震動名	地震波略称	最大加速度	最大速度	継続時間
地辰期石	地层/灰帽柳	(m/s2)	(m/s)	(s)
極めて稀に 発生する 地震動 (レベル2)	El Centro 1940 NS	5.108	0.500	50.00
	Taft 1952 EW	4.968	0.500	50.00
	Hachinohe 1968 NS	3.334	0.500	234.00
	告示波Hachinohe NS位相	3.999	0.607	234.00
	告示波JMA Kobe NS位相	3.788	0.650	70.00
	告示波 乱数位相	3.796	0.562	120.00

表3 固有周期一覧表

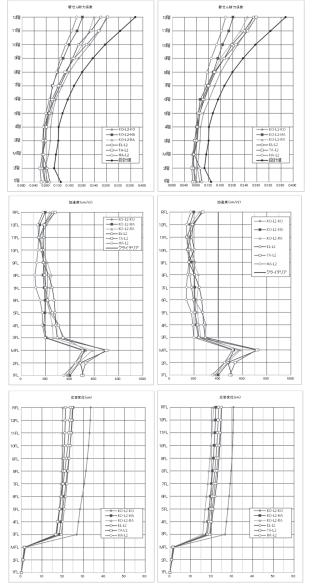
ケース	1次固有周期(s)		
7-2	X方向	Y方向	
中間免震上部架構	1.657	1.493	
中間免震下部架構	0.311	0.300	
免震層250%変形時	4.051	3.991	

フ まとめ

平成28年1月から着工した住友不動産田町ビル新築工事は平成29年8月に竣工いたしました。設計及び監理を通して発注者及び設計監修の住友不動産様をはじめ意匠設計者のINA新建築研究所様、施工者の三井住友建設様、その他工事関係者の皆様には多大なる御支援を賜りました。この場をお借りし感謝申し上げます。

表4 時刻暦応答解析結果まとめ表

項目	方向		
グロ	X方向	Y方向	
免震層の最大せん断力係数	0.087	0.092	
免震層の最大変形(cm)	25.3	25.2	
免震上部の最大加速度(cm/s²)	349.8	299.3	
中間免震上部の最大層間変形角(rad)	1/329	1/405	
中間免震下部の最大層間変形角(rad)	1/704	1/721	



 X 方向
 Y 方向

 図4 応答解析結果(最大応答値)