武田薬品工業株式会社 湘南研究所







河合 幹太



菅谷 公彦



徳渕 正毅 Arup



谷川 充丈



岸川 聡史

1 はじめに

武田薬品工業株式会社湘南研究所は十三と筑波の研究所を統合し世界に点在する研究施設を統括する 創薬の拠点として計画された研究所である。

研究施設を集約するため地震災害等に対し研究の継続を確保できる高い耐震性が要求された。研究棟は多数の研究機能間で連携をはかり一体感をもつことで、研究者の発想やコミュニケーションを高めるための空間構成として、5棟に分割された研究棟がGF階(最下階)と1階で構造上一体となった5棟連結免震建物として計画された。また、省エネや省COが図られた環境に優しい研究所として計画された。

大規模で最先端の設備を備えた免震研究施設を高 品質かつ短工期で構築するため、設計段階・施工段 階においてさまざまな工夫を行い実現している。

2 建築概要

計 画 地:神奈川県藤沢市村岡東2-26-1

敷 地 面 積: 250,062.49m² 建 築 面 積: 72,732.33m² 延 床 面 積: 310,474.08m² 規 模: F10、P2

最高高さ:41.70m 塔屋高さ:43.45m

工 期:2009/06~2011/02(20ヶ月)

発 注 者:武田薬品工業(株)C M r : (株)山下設計

基本設計・監理:(株)プランテック総合計画事務所

(構造: Arup)

実施設計·施工:(株)竹中工務店



図1 全景写真(西面)



図2 全景写真(南面)

3 構造計画概要

湘南研究所は全ての機能が今回新設された研究所であり、研究継続性確保のために各建物の機能によって要求される耐震性能に合わせた耐震グレードを各建物に付与している。その中で中核となる研究棟については免震建物としている。研究棟は平面寸法が大規模である上に、重要度の高い建物であることを考慮し、免震に加え更なるフェールセーフを設計当初より考慮している。

基本設計時はCS棟も含めた一体の免震建物として計画されていたが、機能と耐震性のバランス及びCS棟を研究棟と切り離すことによる研究棟の地震時の振動性状改善を重視し実施設計時点にてCS棟は耐震建物、研究棟は免震建物としている。なお、CS棟は上級の耐震グレードとするとともに、サーバールームには研究棟と同レベルの免震性能を有する50cmの変形に対応できる特殊な免震床を設置している。

構造種別・架構計画

上部構造は柱にコンクリート充填角型鋼管 (CFT)、梁にH形鋼を用いた鉄骨造を採用している。短工期施工を可能とするため最下階大梁や免震装置接合部についても鉄骨造としている。

図3に示すように、最下階であるGF階及び1階を 連続した基壇構造とし、その上部に5棟の研究棟が 載せられた構造としている。

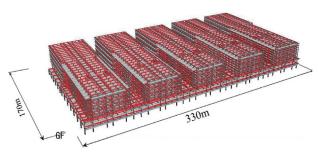


図3 全体架構

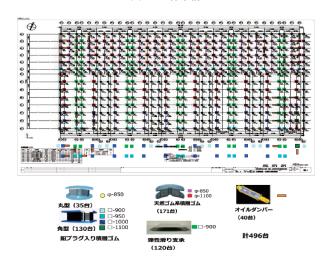


図4 免震装置配置

最下階の設備機械室エリアと上部の実験室エリアでは最適なスパン割りが異なる。このため、最下階と上部でのスパン割りの異なるMOT架構(Multi Mega Open Truss Structure)を採用している。これにより機能的で使いやすい実験エリアを実現している。基礎構造(免震ピット部)は鉄筋コンクリート造でマットスラブとしている。

本敷地では上部にLV2にて液状化の可能性がある砂質土層があるため液状化防止のために格子状地盤改良を行っている。地盤改良された上部地盤を活かし支持層を約30m下部の砂岩層とした杭との併用によるパイルド・ラフト基礎としている。

4 免震構造概要

本建物では最下階床梁下に免震装置を配した基礎免震構造としている。免震装置の選定は、信頼性・メンテナンス性を重視し実績が豊富な鉛プラグ入り積層ゴム(直径850~1,100、165台)、天然ゴム系積層ゴム(直径850~1,100、171台)、弾性すべり支承(120台)、オイルダンパー(40台)の計496台を用いている。免震装置の配置については製品のばらつきを考慮した配置を行い、ばらつきによる剛性の偏りなどが生じないようにしている。

外周部擁壁と最下階構造体のクリアランスは竣工 後の温度変化による変形や位相差入力によるねじり 変形も考慮し700mmを確保している。

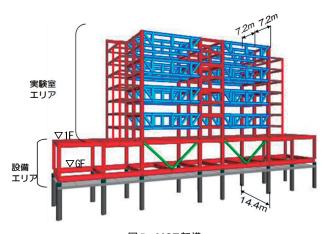


図5 MOT架構

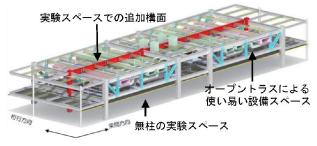


図6 実験室エリア架構拡大図

5 振動応答解析の概要

1) 耐震性能目標と設計用入力地震動

建物および免震層の耐震性能目標値を表1に示す。 設計用入力地震動は、八戸位相・神戸位相・釧路 位相を用いた告示スペック適合波3波(告示波)、断 層模擬地震波(サイト波)の2波および観測波(標 準波)の3波とした。表2に採用波の一覧、図5に採 用波の速度スペクトルを示す。なお、関東地震につ いては余裕度検討用地震動とし、免震装置の許容せ ん断歪みを300%以内としている。

表1 耐震性能目標

入力地震動 レベル	上部構造	免震装置	基礎構造
稀に作用する 地震動	 部材応力が 短期許容応力度以下 層間変形角1/500以下 一般階応答加速度が 200cm/s²以下 	RB, LRBの変形が せん断歪み 125%以内	部材応力が 短期許容 応力度以下
極めて稀に作用する地震動	 ・部材応力が	RB, LRBの変形が	部材応力が
	弾性限耐力以下 ・層間変形角1/250以下 ・一般階応答加速度が	せん断歪み	弾性限耐力
	300cm/s ² 程度	250%以内	以下
余裕度検討用地震動	 部材応力が	RB, LRBの変形が	部材応力が
	弾性限耐力以下 層間変形角1/250以下 一般階応答加速度が	せん断歪み	弾性限耐力
	300cm/s ² 程度	300%以内	以下

表2 入力地震動一覧

地震名称		継続 時間 (s)	稀に発生する 地震動		極めて稀に発生 する地震動	
			最大 加速度 (cm/s²)	最大値 発生 時間 (s)	最大 加速度 (cm/s²)	最大値 発生 時間 (s)
告示波	八戸位相	120.00	97. 6	20.07	286. 1	18.48
	神戸位相	120.00	80.0	35. 62	296. 3	35.64
	釧路位相	120.00	82.5	27.33	333. 4	31.64
サイト波	三浦断層	1	-	-	466.0	10.70
	関東地震	ı	I	Î	479. 2	15.68
観測波	El Centro	53. 76	255. 4	2. 12	510.8	2. 12
	Taft1952	54. 40	248.4	3.70	496.8	3.70
	Hachinohe	51.00	165. 1	4.10	330. 1	4.10

関東地震は余裕度検討用地震動としている。

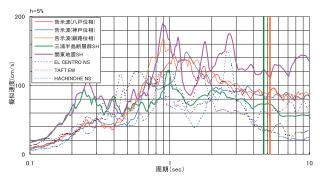


図7 入力地震動の速度応答スペクトル

2) 振動解析モデル

振動解析モデルは、GF階、1階をそれぞれ1質点、 2階より上部を各棟各階を質点とする40(5棟×8層) 質点等価せん断型モデルとしている。

上部架構の復元力特性は弾性とし、免震層については鉛プラグ入り積層ゴムを修正バイリニア、天然ゴム系積層ゴムを弾性、弾性すべり支承を正規バイリニアとした。

免震層を固定とした場合の上部架構の固有周期を表3に、積層ゴムのせん断歪み度レベルが125%、250%および300%時の等価固有周期を表4に示す。

表3 免震層固定時の固有周期 (sec)

方向	X方向	Y方向
一次固有周期	1.066	1.119
二次固有周期	0.387	0.417

表4 免震層変位時の等価固有周期 (sec)

入力地震動 レベル	稀に 発生する 地震動	極めて稀に 発生する 地震動	余裕度 検討用 地震動
等価固有周期 (秒)	2.80	4.71	5. 21
免震装置せん断歪み	125%	250%	300%

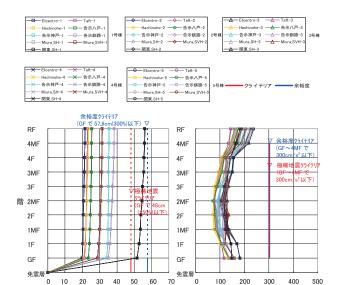


図8 X方向(極稀・余裕度地震動)

X 方向最大応答加速度(cm/s²)

X 方向最大応答変位(cm)

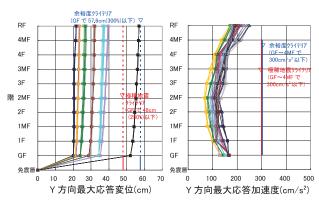


図9 Y方向(極稀・余裕度地震動)

3) 応答解析結果

図8、図9に極稀地震動と余裕度地震動に対する標 準状態における応答解析結果を示す。

各階の床応答加速度は目標値を十分に下回わって おり、所期の免震効果が発揮されていることが分る。

6 地震動の位相差入力に対する検証

建物長さが330mと非常に大きいため、地震動は建 物両端で時間差(位相差入力)をもって到達するこ とが予想された。オイルダンパーの建物四隅への配 置とバランスの良い免震装置配置により全体ねじれ 変形を低減する免震層を計画している。

位相差入力を考慮した地震応答解析による検証を 行い、両端の変位差は30mm(1/11,000)程度と位相 差入力の影響が十分小さい事を確認している。

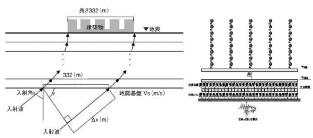


図10 位相差入力モデル

7 大平面免震層の変形制御

大平面の免震層であるため、免震装置直上階など のコンクリート乾燥収縮や躯体温度伸縮に対する免 震装置の変形制御 を行わなければ過大な常時変形が 免震装置に発生することが予測された。

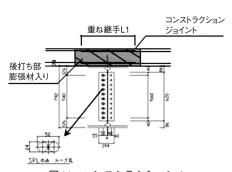


図11 コンストラクションJ



図12 計測装置写真

このため、免震層直上階床に図11に示すコンスト ラクションジョイントを設け、鉄骨梁本締め時期や 後打ちコンクリート打設時期の施工ルールを設ける ことで、コンクリート乾燥収縮による変形と温度変 化による変形を相殺するとともに施工時に生じる躯 体の伸縮を分散させることで免震装置に生じる変形 を制御した。また、免震装置には図12に示す変位計 を取り付け、無線機をもちいたリアルタイム計測を 実施し、その結果を施工にフィードバックした。

8 フェールセーフの考慮

本建物では免震に加え更なる2つのフェールセー フのための考慮を行っている。基本設計時には免震 基礎を複数に分割し地盤変形に追従させる「基礎分 割免震」が提案された。実施設計では十分な止水性 能の確保が困難と判断し、マットスラブに図13に示 す巨大な目地を設け予期せぬ地盤変形が発生した場 合に対してもマットスラブの目地部に損傷を集中さ せることで免震装置部の基礎構造の安全性を守る計 画とした。また、目地部は施工時にコンストラクショ ンジョイントとして利用した。

もう一つのフェールセーフとして、上部架構につ

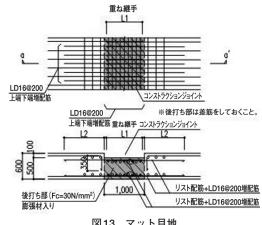


図13 マット目地

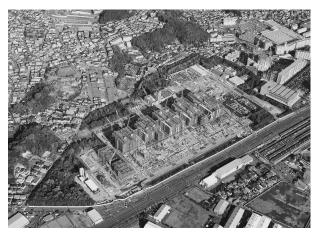


図14 施工状況写真

いては万が一何らかの要因で免震機能が損なわれて も一般建物同等以上の耐震性を発揮できるよう十分 な保有水平耐力を付与した構造としている。

9 短工期施工への対応

短工期への対応のため構造では以下のような工夫を行っている。ひとつには図15に示す免震装置と上部架構の接合部の鉄骨造化がある。仕口部にコンクリートを充填したテーパー鋼管による鉄骨柱脚とし免震装置が鉄骨柱脚と直接接合できる乾式接合とした。地震時に免震装置の変形にともない免震装置内に生じる大きな圧縮力を仕口部内の軸力で確実に伝達できる構造的に安心安全な収まりであるとともに、基礎上に免震装置を据え付けた直後から上部鉄骨の建方が可能となる短工期化に有効な接合部となっている。

また、建物短辺方向の中央部より外側に向けて施工を行ったが重機の関係で鉄骨建て方とともに設備機器の揚重や外装PCa板の取付けを行う必要があった。このため各棟外周部のスラブについては図16に示すようにPCa床板を採用し固定荷重による変形を





図15 接合部写真

図16 PCa床板写真

鉄骨建て方時に発生させ鉄骨建て方時に外装取付け 精度を確保し易くする工夫などを行っている。

10 おわりに

本建物は2011年2月に無事竣工を迎えた。実施設計を行った建物等の数は20と多数で、実施設計に携わった構造設計者も13名と異例の大所帯であった。

無事本建物を完成できたのも建築主はじめ関係者 一同の一致協力の賜物である。設計する機会を与え て頂いた建築主をはじめ関係者の皆様にこの場を借 りて心よりお礼申し述べたい。