

コットンハーバータワーズ



木村 正人
三菱地所設計



山崎 達司
前田建設工業



加藤 朗
同



吉田 実
同



図1 外観パース

建物位置：神奈川県横浜市神奈川区橋本町
2-1-1他

主要用途：共同住宅（分譲）

建築主：JFE都市開発(株)、三菱地所(株)、
野村不動産(株)

設計者：(株)三菱地所設計

構造設計協力：前田建設工業(株)一級建築士事
務所

施工者：前田建設工業(株)横浜支店

1 はじめに

本建物は、JR京浜東北線「東神奈川」駅の南東側約1.0kmの帷子川河口沖合いの横浜港内を造成した埋立地(旧浅野 Dock 跡地の再開発地区にあたるコットンハーバー地区C街区)に建設中の4棟からなる共同住宅(分譲)である。住宅棟となる4棟はそれぞれ海側よりSW棟(32階)とSE棟(23階)、BW棟(38階)とBE棟(23階)が配置されている。4棟の総住戸数は926戸となる。また、敷地内には住宅棟の他に4棟間の中心に管理棟(ハーフムーン棟)やSE棟に隣接された保育棟、また、BE棟・BW棟に隣接するように立体駐車場棟(2棟)が配置されている。

建物の平面形状は、SW棟・BW棟はL字型となっており、SE棟・BE棟は板状型となっている。4棟共に、地震時における上部構造の安全性を高めるため、それぞれB1階床、又は1階床と基礎構造の間に免震部材を配置した基礎免震構造を採用している。

2 建築物概要

建物名称：コットンハーバータワーズ
(SW棟・SE棟・BW棟・BE棟)



図2 建設地



図3 全体配置図

【SW棟】

建築面積：約1,600m²

延べ面積：約33,200m²

階数：地上32階、地下1階、塔屋1階

建物高さ：約100m

構造種別：鉄筋コンクリート造

架構形式：X・Y方向とも純ラーメン構造

基礎：マットスラブ基礎(支持層：土丹層)

【SE棟】

建築面積：約1,180m²

延べ面積：約13,000m²

階数：地上23階、塔屋1階

建物高さ：約71m

構造種別：鉄筋コンクリート造

架構形式：X方向 純ラーメン構造

Y方向 耐震壁付ラーメン構造

基礎：杭基礎(支持層：土丹層)

【BW棟】

建築面積：約2,800m²

延べ面積：約38,800m²

階数：地上38階、地下1階、塔屋1階

建物高さ：約120m

構造種別：鉄筋コンクリート造

架構形式：X・Y方向とも純ラーメン構造

基礎：マットスラブ基礎(支持層：土丹層)

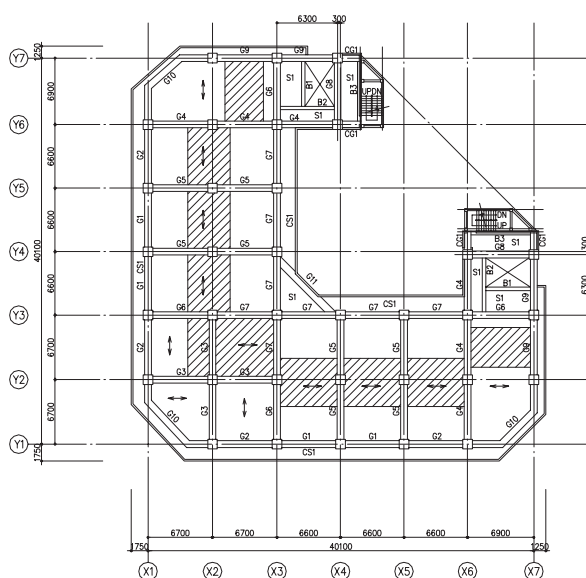


図4 基準階図(SW・BW棟)

【BE棟】

建築面積：約1,270m²

延べ面積：約13,500m²

階数：地上23階、塔屋1階

建物高さ：約71m

構造種別：鉄筋コンクリート造

架構形式：X方向 純ラーメン構造

Y方向 耐震壁付ラーメン構造

基礎：マットスラブ基礎(支持層：土丹層)

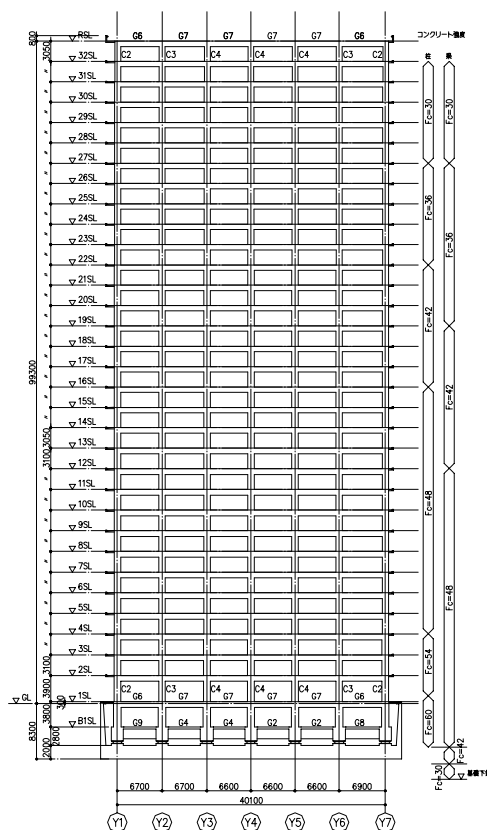


図5 軸組図(SW棟)

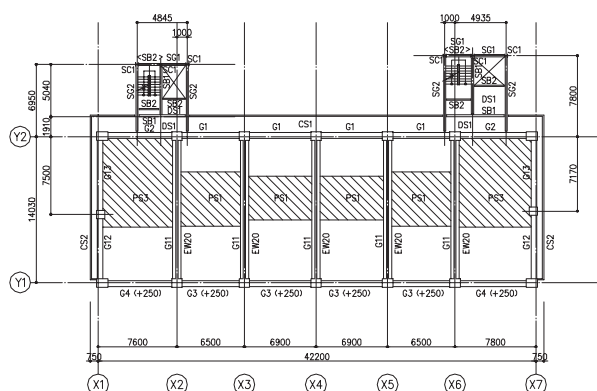


図6 基準階図(SE・BE棟)

表1 免震部材リスト

【SW棟】

部材種別	仕様	基数
鉛プラグ入り積層ゴム	1400～1200φ	21
天然ゴム系積層ゴム	1200～800φ	16
鋼材ダンパー (U型)	D55×4	8
オイルダンパー	1000kN	4

【SW棟】

部材種別	仕様	基数
鉛プラグ入り積層ゴム	1400～1200φ	21
天然ゴム系積層ゴム	1200～800φ	16
鋼材ダンパー (U型)	D55×4	8
オイルダンパー	1000kN	4

【SW棟】

部材種別	仕様	基数
鉛プラグ入り積層ゴム	1400～1200φ	21
天然ゴム系積層ゴム	1200～800φ	16
鋼材ダンパー (U型)	D55×4	8
オイルダンパー	1000kN	4

【SW棟】

部材種別	仕様	基数
鉛プラグ入り積層ゴム	1400～1200φ	21
天然ゴム系積層ゴム	1200～800φ	16
鋼材ダンパー (U型)	D55×4	8
オイルダンパー	1000kN	4

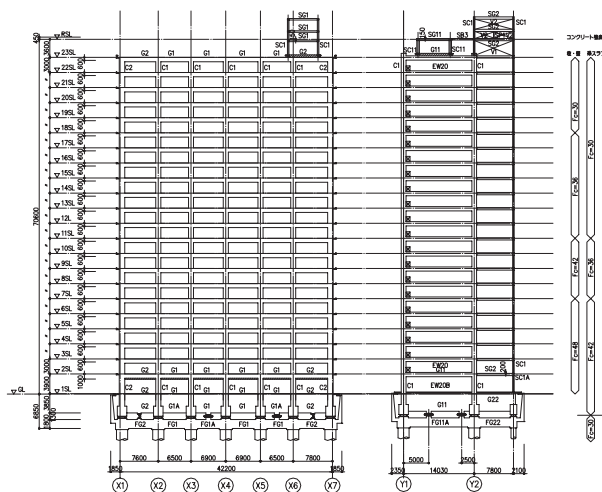


図7 軸組図(SE棟)

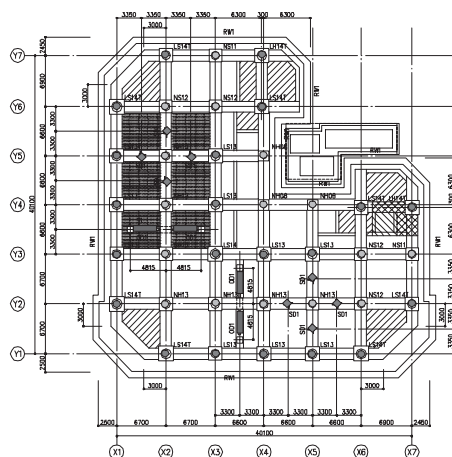


図8 免震装置配置図(BW棟)

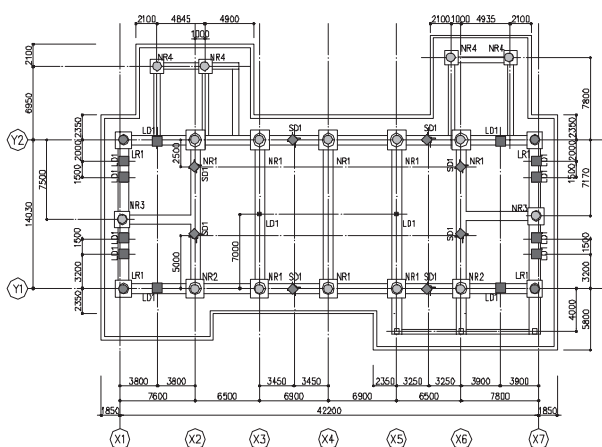


図9 免震装置配置図(BE棟)

3 構造計画

1) 上部構造

SW・BW棟の平面形状は、図4に示すように32.9m×32.9mのL字型でX・Y方向共6スパンとなっており、L字形の交点部分には斜め梁を設けている。また、建物の3階は折れ曲がり梁にて建物隅部が隅切りされた形状となっている。SE・BE棟の平面形状は、図6に示すようにX方向6スパン、Y方向1スパンの板状型となっており、鉄骨造のEVシャフト及び階段室が接続されている。また、SE棟の23階部分はセットバックされており、鉄骨造としてゲストルーム等の共用部分となっている。

上部構造の構造種別は全棟共に鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)とし、構造形式はSW・BW棟で

はX方向・Y方向とも純ラーメン架構、SE・BE棟ではX方向が純ラーメン架構、Y方向が耐震壁付きラーメン架構としている。使用材料は、コンクリートの設計基準強度で $F_c=60\sim30\text{N/mm}^2$ (SE・BE棟は $F_c=48\sim30\text{N/mm}^2$) の高強度コンクリート、鉄筋は主筋にSD490～SD390、せん断補強筋に高強度せん断補強筋(KSS785,SHD685同等)を採用している。

2) 免震部材

各棟の免震部材は、表1に示すようにSW・BW棟では鉛プラグ入り積層ゴム支承、天然ゴム系積層ゴム支承、及び鋼材ダンパー、オイルダンパーの組み合わせとしている。また、SE・BE棟では鉛プラグ入積層ゴム支承、天然ゴム系積層ゴム支承、及び鋼材ダンパー、鉛ダンパーの組み合わせとしている。各棟共に免震層における偏心率が各歪レベルにおいて3%程度以下となるように免震部材を配置している。

3) 基礎構造

基礎構造は、SE・SW棟の一部が既存ドック部分上となることから、SE棟は杭基礎(場所打ちコンクリート杭)とし、SW棟は既存ドック部分をラップルコンクリートに置換して支持層である土丹層に支持している。BE・BW棟は支持層へ直接支持したマットスラブ基礎としている。

4 設計方針

1) 耐震目標性能

本建物の耐震設計にあたって設定した各レベルにおける耐震性能目標のクライテリアを表2に示す。

2) 免震部材の設計

免震部材の設計では積層ゴムの長期面圧を $10\sim15\text{N/mm}^2$ とした。地震時の面圧については、上下動を考慮した上で、積層ゴムのせん断歪と圧縮限界応力の関係を考慮した短期許容面圧(30.0N/mm^2)以下とした。また、引張面圧は積層ゴムの引張特性において線形限界である 1.0N/mm^2 以下とした。

また、上部構造と周辺構造のクリアランスは、60cm以上を確保した。

3) 耐風設計

耐風設計については、稀に発生する風圧力(再現期間50年)に対して鋼棒ダンパーが降伏しないこととした。また、BW棟については風洞実験より得られた風圧力を用いて立体モデルによる風応答解析

表2 耐震目標性能

	荷重・外力	目標性能・判定
上部構造	レベル1	最大応答層間変形角 $\leq 1/300$
	レベル2	最大応答層間変形角 $\leq 1/150$
	設計用地震荷重時	部材応力 $\leq$ 許容応力度
	余裕度検討レベル	最大応答層間変形角 $\leq 1/100$ 各層せん断力 $\leq$ 各層の弾性限耐力
	確認保有水平耐力時	部材応力 $\leq$ 終局耐力
免震層	レベル1	積層ゴムのせん断歪み量 $\leq 125\%$ (設計許容変形の1/2以内)
	レベル2	積層ゴムのせん断歪み量 $\leq 250\%$ (設計許容変形以内) 積層ゴムの引張力 $\leq 1\text{N/mm}^2$
	余裕度検討レベル	積層ゴムのせん断歪み量 $\leq 300\%$ (設計限界変形以内) 積層ゴムの引張力 $\leq 1\text{N/mm}^2$
基礎構造	設計用地震荷重時	部材応力 $\leq$ 短期許容応力度 基礎が浮き上がらない。 杭は許容支持力以内。

* 積層ゴムの設計許容変形=せん断歪 250%

* 積層ゴムの設計限界変形=せん断歪 300%

* 確認保有水平耐力時とは、静的増分解析において最大層間変形角が1/100を超える時点かつ余裕度レベル入力 of 最大応答せん断力を包絡する時点

を行って静的な風圧力との比較を行い、暴風時における免震層の変形を確認した。

5 地震応答解析

1) 解析モデル

解析モデルは、質量を各階床の重心位置に集約させ各質点間を曲げせん断バネで結んだ等価曲げせん断型モデルとした。上部構造の減衰については内部粘性型とし、減衰定数は上部構造(免震層を固定とした状態)の1次振動形に対して3%の瞬間剛性比例型とした。

2) 入力地震動

地震応答解析に用いた入力地震動は告示スペクトル適合波を4波(ランダム位相2波+神戸位相+八戸位相)及び既往標準3波を採用した。

3) 固有値解析結果

本建物の1次固有周期を以下の表3に示す。

表3 1次固有周期(sec)

		X 方向	Y 方向
微小変形時	SW 棟	2.976	2.983
	BW 棟	3.466	3.465
	SE 棟	2.254	1.974
	BE 棟	2.257	1.968
レベル1応答時	SW 棟	3.412	3.426
	BW 棟	3.867	3.866
	SE 棟	3.126	3.081
	BE 棟	3.108	3.037
レベル2応答時	SW 棟	4.325	4.351
	BW 棟	5.254	5.250
	SE 棟	4.162	4.127
	BE 棟	4.038	3.930

4) 応答解析結果

応答解析は、免震材料の特性変動(製造ばらつき・経年変化・環境温度依存)を考慮して行った。

検討の結果、耐震性能の目標クライテリアをすべて満足することを確認した。解析結果の一覧を表4に、最大応答値分布図(抜粋)を図8に示す。

表4 応答解析結果の最大値

	項目	標準	剛性+	剛性-
X 方向	応答最大層間変形角	1/194	1/153	1/233
	B1F 層せん断力係数	0.066	0.079	0.062
	免震層水平変形(cm)	27.89	20.92	33.57
Y 方向	応答最大層間変形角	1/195	1/152	1/234
	B1F 層せん断力係数	0.067	0.078	0.062
	免震層水平変形(cm)	28.22	21.19	33.91

【SE 棟】

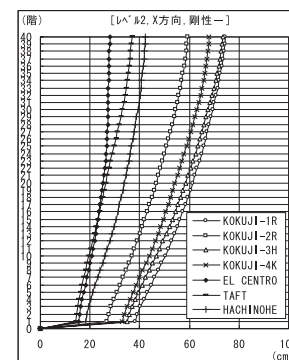
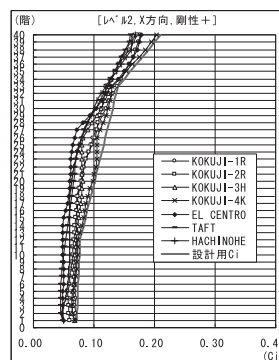
	項目	標準	剛性+	剛性-
X 方向	応答最大層間変形角	1/199	1/170	1/240
	1F 層せん断力係数	0.076	0.084	0.074
	免震層水平変形(cm)	27.64	25.62	32.93
Y 方向	応答最大層間変形角	1/617	1/661	1/842
	1F 層せん断力係数	0.094	0.103	0.084
	免震層水平変形(cm)	32.17	28.70	37.88

【BW 棟】

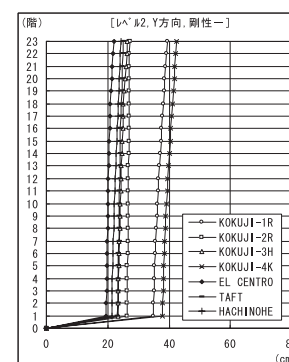
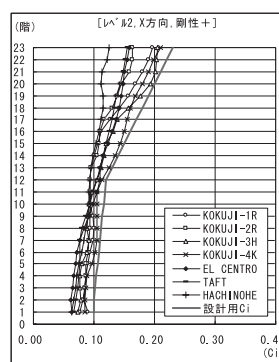
	項目	標準	剛性+	剛性-
X 方向	応答最大層間変形角	1/175	1/152	1/196
	1F 層せん断力(kN)	0.067	0.069	0.062
	免震層水平変形(cm)	30.61	22.48	38.17
Y 方向	応答最大層間変形角	1/175	1/152	1/197
	1F 層せん断力(kN)	0.067	0.069	0.062
	免震層水平変形(cm)	30.56	22.42	38.13

【BE 棟】

	項目	標準	剛性+	剛性-
X 方向	応答最大層間変形角	1/226	1/189	1/248
	1F 層せん断力(kN)	0.076	0.081	0.072
	免震層水平変形(cm)	27.18	24.43	29.38
Y 方向	応答最大層間変形角	1/785	1/719	1/952
	1F 層せん断力(kN)	0.086	0.091	0.078
	免震層水平変形(cm)	28.15	24.90	34.58



【BW 棟】



【BE 棟】

図10 最大応答値分布図(抜粋)

5) 上下動に対する検討

上下動に対する検討は、立体モデルによる上下動の応答解析を行い積層ゴムの面圧の確認を行った。ここで用いた入力地震波は、告示模擬波(水平動)と同位相及び逆位相の波形を作成した。上下動による軸力と水平動による軸力の合成は、時刻歴直和で行った。このとき、上下動の最大応答値と水平動の最大応答値は同時に発生していないことを確認した。よって、各棟ともに上下動を考慮した場合においても最大面圧は許容面圧30.0N/mm²以下となり、最小面圧も許容引張面圧-1.0N/mm²以内となっていることを確認した。

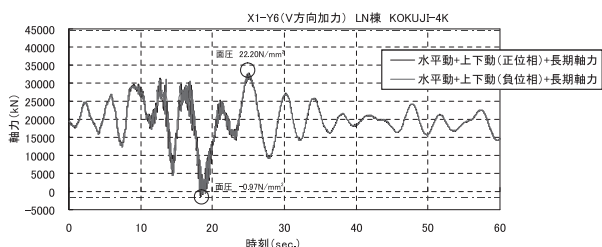


図11 上下動時面圧と水平動時面圧の時刻歴和

6 風応答解析

1) 解析概要

3レベルの風荷重(居住性、稀、極稀)に対して、設計上問題ないことを確認するために、時刻歴応答解析を実施した。解析モデルは立体モデルとし、各層の床をそれぞれ1剛床と考え、各層の重心にX、Y、ねじれ方向の風荷重を時刻歴入力として作用させ、応答解析を行った。上部構造の減衰については内部粘性型とし、減衰定数は上部構造(免震層を固定とした状態)の1次振動形に対して1%の瞬間剛性比例型とした。

層風力時刻歴波形は、風洞実験により得られた変動風圧の時刻歴から、各方向に応じて負担面積を乗じることにより算定した。8風向に関して層風力時刻歴を作成し、それぞれの風向に関して応答解析を行った。

得られた風荷重の内、最大の-V方向の結果を、建設省告示第1461号第3号イに定められた方法によって求めた風荷重と比較して、図12に示す。

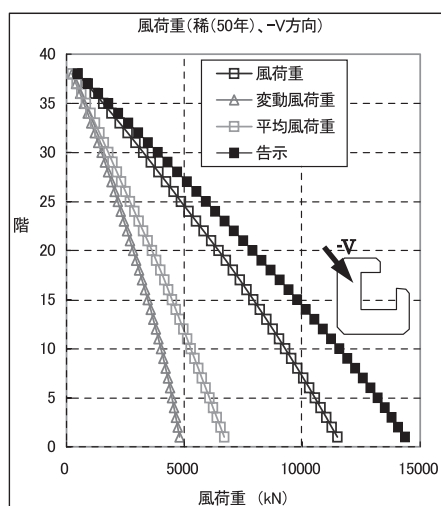


図12 風荷重の比較(-V方向)

2) 解析結果

応答変位の大きなケースとして、風向-V方向時

の、隅角部の鉛入り積層ゴムの変位-荷重関係を図13に示す。静圧を受けて変位した状態で振動応答を行っており、特に大きなねじれ変形、異常な変形は生じていない。

風向-V方向時の、鋼材ダンパーの応答変位のリサージュを図14に示す。応答変位は、点線で示した降伏変位以下の応答となっており、稀に発生する風荷重において、鋼材ダンパーは降伏しないことが確認できた。

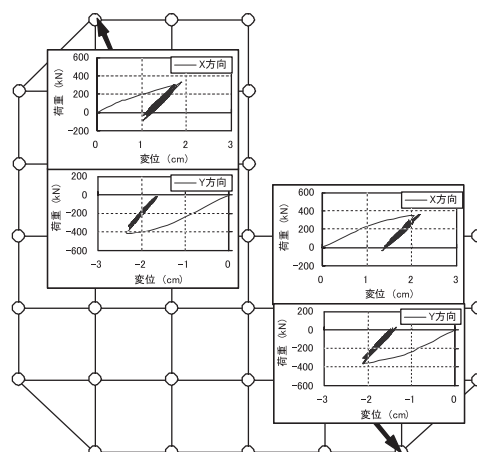


図13 鉛入り積層ゴムの変位-荷重関係

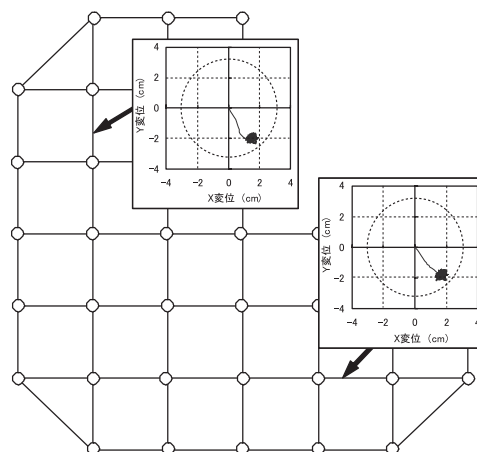


図14 鋼材ダンパーの変位リサージュ

7 おわりに

本建設地は、山下・新山下地区、みなとみらい21地区、ヨコハマポートサイド地区からつながる都心部と、日本の産業中枢を担う京浜工業地帯を抱える京浜臨海部との接点に位置した地区として都市再生特別地区として開発が進められている。現在、SE棟は、10月入居を目指し施工中である。そして、SW棟、BE棟の2棟は上棟し、BW棟は地上部を施工中である。