

浦安市消防本部・署庁舎 (庁舎棟)



内山 晴夫
久米設計



吉成 裕
同

1 はじめに

浦安市消防本部・署庁舎は浦安市の防災拠点である現消防署の建て替え計画として、現在建設中の施設である。

施設は消防の主な機能を有する庁舎棟と訓練用の施設である訓練棟から構成されている。

庁舎棟は市の防災拠点として、地震災害時にも災害活動拠点となり得る高い耐震性を確保するために免震構造を採用している。

2 建物概要

建築主：浦安市

建設地：千葉県浦安市猫実

設計監理：浦安市・(株)久米設計

施工：大成建設(株)

規模：地上4階

構造種別：RC造(梁、現場打ちPC造)

延べ面積：5264.67m²

軒高：17.26m



写真1 建物外観

3 構造計画概要

(1) 上部構造(免震層上部の架構)

地上4階のRC造の建物である。1階に消防車の車庫があり、車両高さの関係より2層の吹き抜けとなっている。また柱間に3台の消防車両を駐車させる条件から12.8×6.4mとRC造としては比較的大きなスパン構成となっており、X方向は1階からR階まですべての大梁をプレストレストコンクリート造とした純ラーメン架構とし、Y方向は耐震壁付ラーメン架構としている。

(2) 免震層

1階床下を免震層とする基礎免震構造であり、35台の支承と13台の減衰装置で構成している。

免震層のクリアランスは60cmとしている。

採用した免震装置は表1のようになっている。

表1 免震装置一覧

直径 (mm)	径	台数	合計
天然積層ゴム支承	700	7	35
鉛プラグ入り積層ゴム支承	700	14	
弾性すべり支承($\mu=0.011$)	500	7	
	600	5	
十字型直動転がり支承	-	2	13
鋼材系履歴ダンパー	-	9	
オイルダンパー	-	4	

(3) 基礎構造

敷地は東京湾の埋め立てによる造成地に位置しており、埋立後25年以上が経過した土地である。

敷地での常時微動観測の結果得られた卓越周期によると、2種地盤と判定される地盤である。土質は、表層の盛土の下部にGL-10m付近まで緩い砂層があり、そこからGL-36m付近まで軟弱な粘性土層が堆

積している。(図4)

上部の砂層は建築基礎構造設計指針(日本建築学会)の液状化の検討によると350cm/s²の入力に対しFL≤1となり、液状化の危険があると判定される地層である。

基礎は杭基礎およびマットスラブ基礎(一部基礎梁形式)としており、杭の支持層はGL-37.2~39.2mのN値50以上となる細砂層としている。

杭種は場所打ち鉄筋コンクリート杭、工法はアースドリル拡底工法とし、液状化対策として杭頭鋼管巻としている。

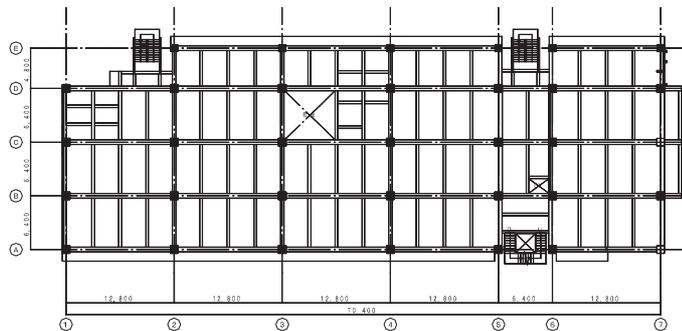


図1 略伏図

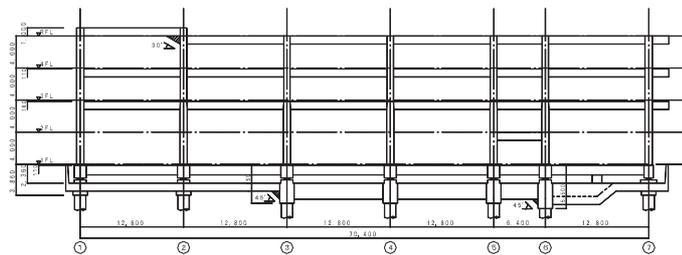


図2 略軸組図

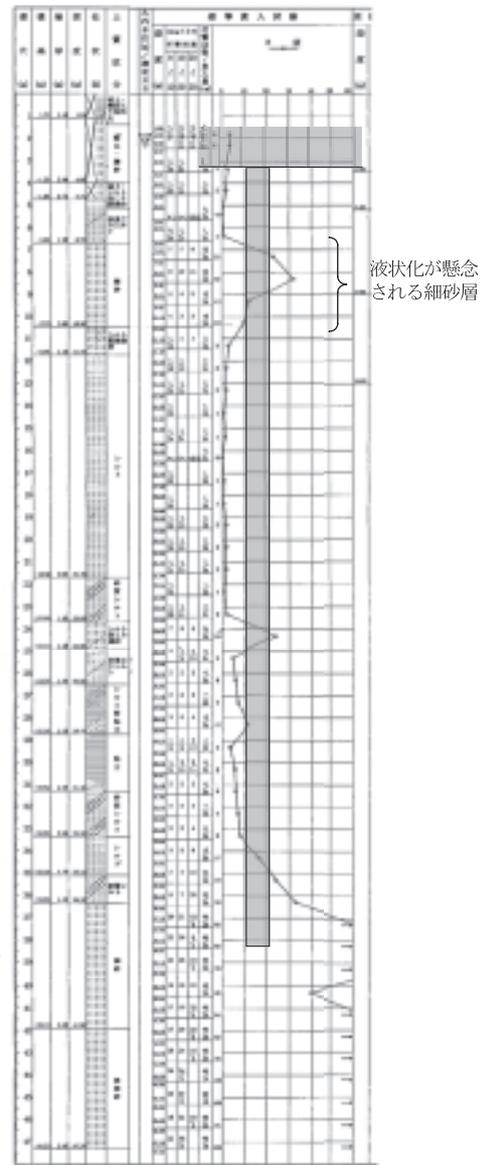
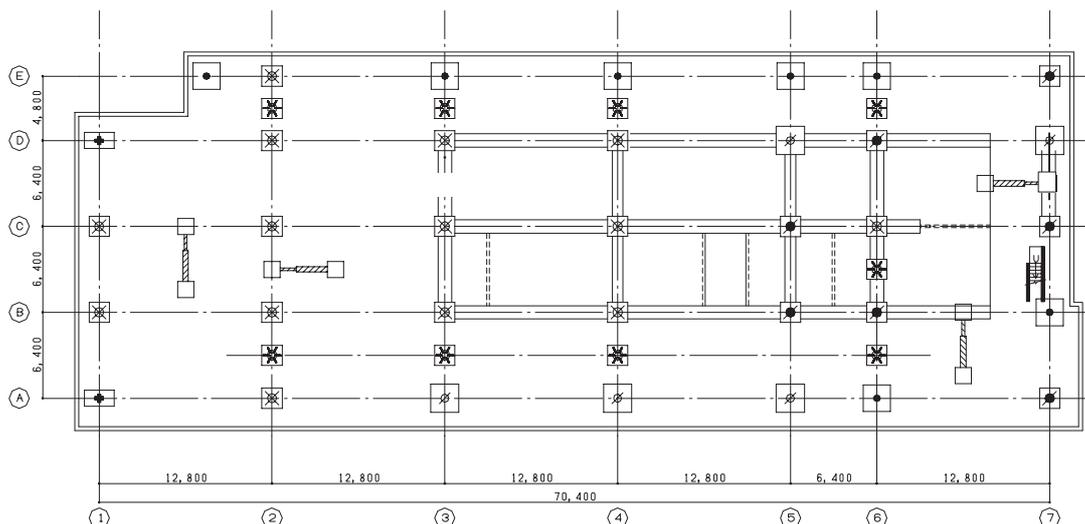


図4 ボーリング柱状図



アイソレーターリスト

種別	記号	支承径 (mm)	個数	種別	記号	個数
天然積層ゴム支承	● RB700	700φ	7	スチールダンパー	★ SD	9
鉛プラグ入り積層支承	⊗ LR700	700φ	14	オイルダンパー	⊘ OD	4
弾性すべり支承	⊘ SR600	600φ	5	直動ころがり支承	◆ CL	2
	● SR500	500φ	7			

図3 免震層伏図

4 構造設計概要

(1) 設計方針の概要

構造設計のルートは時刻歴応答解析に関する性能評価を経て大臣認定を取得するルートである。

災害時の拠点として、機能維持の観点から、耐震設計目標は表2のように設定している。

表2 耐震設計目標

入 力	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動	余裕度確認
上部構造	短期許容応力度以内 (PC梁は荷重係数倍率を考慮した終局強度設計) 層間変形角 1/300以下		終局強度以内
免震材料	安定変形以内 ($\gamma \leq 200\%$)	性能保証変形以内 ($\gamma \leq 300\%$)	終局限界変形以内 ($\gamma \leq 400\%$)
下部構造	(部材) 短期許容応力度以内 (基礎) 短期許容支持力以内	(部材) 終局強度以内 (基礎) 終局強度以内	
加速度	床応答加速度が 250 cm/s^2 以下		-

免震材料の変形に関してはせん断歪み 400%を終局限界変形と定義し、性能保証変形はその 3/4、安定変形は 1/2 として定義した。

地震波は告示3波 (告示H, K, R)と既往の観測波3波 (El Centro NS、Taft EW、Hachinohe NS、25kine、50kineに基準化して使用)の6波とした。

また、中央防災会議の「首都直下地震対策専門調査会」で検討されている、東京湾北部地震についても、公開されている加速度の時刻歴波形を基に参考波として余裕度確認の位置づけで検討を行った。

工学的基盤については、告示波はVsが概ね400m/sとなるGL-70mを工学的基盤とした。東京湾北部地震はVs=700m/sを工学基盤とした場合の地震波であるため、既往の調査結果・文献などからGL-380mを工学的基盤とした。

敷地地盤は、液状化地盤のため、設計当初より液状化対策が課題であった。敷地全体に建物を建てる計画であり、地盤改良を行うには余改良が行えないことやコストなどの理由から、地盤改良などの液状化対策工を施さず、杭により抵抗する方針とした。

設計にあたっては、地震波の増幅を評価する際に、地盤条件の変動を考慮して、液状化を考慮しない解析 (SHAKEによる)と液状化を考慮する解析 (有効応力解析による)の2通りの方法で地震波を作成し検討を行った。

杭は、慣性力による応力と、応答変位法により算出した地盤変位による応力を考慮して設計を行った。

(2) 免震装置の設計概要

免震装置の配置は図3のようにになっている。支承はLRB、NRBを主に使用し長周期化を目的に弾性すべり支承を配置するほか、引抜き対策用にCLBを用いている。1次固有周期は、ダンパーを除いた積層ゴムのみで4秒以上を目標とした。

減衰装置は中小地震から大地震まで有効に減衰力を発揮することを目的に、LRBの鉛プラグ、U型ダンパー、オイルダンパーと複数の種類の装置を配置している。

(3) 時刻歴応答解析の概要

振動モデルは、免震層下部を固定とした5質点系等価せん断型モデルとし、免震層は免震装置の種類ごとに集約したせん断バネとダッシュポットでモデル化している。

建物の固有周期を表3に示す。免震層の剛性を250%変形時の等価剛性 (ダンパーを含む)とした場合の1次固有周期は3.3秒程度となっている。

表3 固有周期一覧表 (秒)

		1次	2次	3次
上部構造	X	0.50	0.18	0.12
	Y	0.32	0.11	0.07
$\gamma = 250\%$ 時	X	3.32	0.31	0.17
	Y	3.31	0.20	0.10

建物の応答は液状化を考慮しない場合の地震波で応答が卓越する結果となった。図5, 6に極めてまれに発生する地震動時と東京湾北部地震時の代表的な応答解析結果を示す。なお、設計用のベースシア係数はX方向で0.185、そのほかの方向で0.175である。

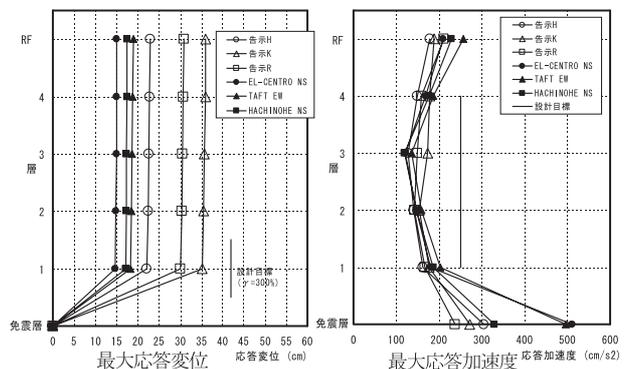


図5 極めてまれに発生する地震動の応答解析結果

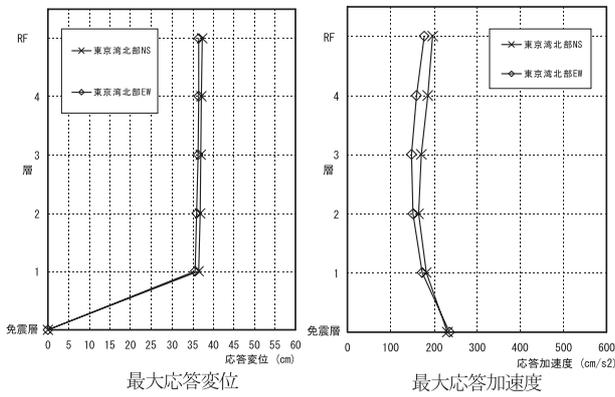


図6 東京湾北部地震の応答解析結果

(4) 杭設計の概要

杭は軸径1,400φ、拡底径1,600~2,200φの場所打ちコンクリート杭である。

水平力は、杭頭慣性力と地盤変位を考慮した応力について検討した。解析モデルは、杭と地盤の非線形バネにより構成している。(図7)

杭の応力は、液状化を想定した場合に最大となり、断面が決定された。図8, 9に想定した地盤の変位を示す。

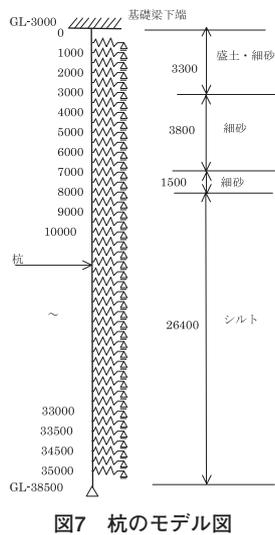


図7 杭のモデル図

図10, 11に有効応力解析の結果から、最大応答せん断ひずみの分布と間隙水圧比の時刻歴を示す。告示Kでは15秒前後からどの層も間隙水圧比が80%以上となっており、液状化の程度が大きい結果となった。またせん断ひずみも15%以上を示している。

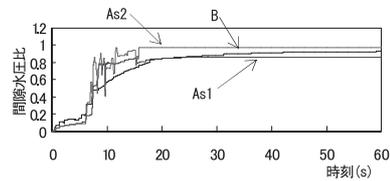


図10 間隙水圧比の時刻歴 (告示K)

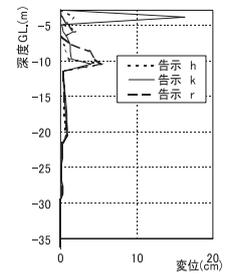


図11 最大応答せん断ひずみの分布

5 施工報告

免震装置の下側プレート下部のコンクリートは圧入施工とし、試験打設により充填性、および配合計画の妥当性を確認した。(写真2, 3)

敷地は埋立て前の旧海岸線付近に位置しており、敷地境界内側に地中障害として旧護岸が埋設されているなど仮設施工や一部杭施工に護岸解体の工事を必要としたが、大きな問題もなく、本年末の庁舎棟竣工に向けて順調に施工中である。(写真4)



写真2 試験打設状況



写真3 コンクリートの充填性確認状況



写真4 免震装置設置後全景

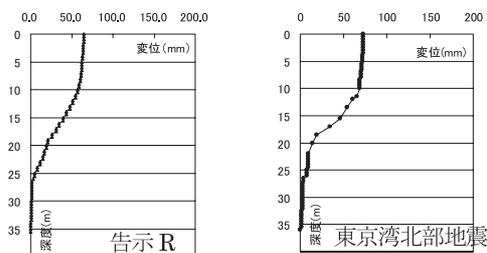


図8 液状化を考慮しない場合の地盤変位

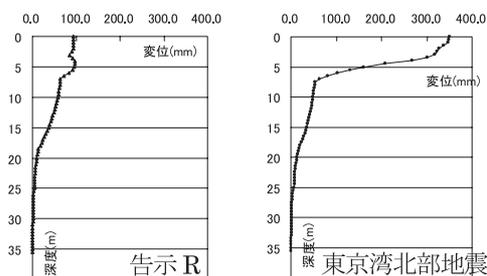


図9 液状化を考慮した場合の地盤変位

6 おわりに

当施設は、消防本部・消防署としての役割の他、市の防災拠点として、さまざまな自然災害に対する防災啓発など市民に開かれた消防署として意図された建物であることを付け加えておく。

計画・設計・施工にあたり御指導いただいた浦安市消防本部および浦安市財務部営繕課をはじめ関係各位には、この場を借りて謝意を表す。