

飯塚地区消防本部・飯塚消防署 (消防庁舎)



川野 浩一
佐伯建築設計事務所



蛭原 拓歩
エス・エー・アイ構造設計



春元 英典
同左

1 はじめに

飯塚市は、福岡県中部の筑豊地域に位置し、筑豊で最大の人口（約12.7万人）を擁し、筑豊の政治・経済の中心機能を持つ都市でもある。

飯塚地区消防組合では、1本部3署8派出所体勢を1本部1署3分署2出張所に統廃合し、組織再編が行われており、2021年に完了する。

本建物は、大規模災害時に対応できる拠点として、再編後の消防組合の本部機能を担うこととなるため、免震構造を採用することとなった。

地方都市の公共建築物は、人口集中都市部に比べて、建物規模が小さく低層のものが多くなりがちで、設計及び工事ともに地元地域の会社で行うことが多い。よって、施工実績が多く、複数社で製作する一般的な免震部材の組合せで設計することとした。

2 建物概要

建築主：飯塚地区消防組合

建設地：福岡県飯塚市菰田52-1

用途：消防署

設計・監理：株式会社佐伯建築設計事務所

エス・エー・アイ構造設計株式会社（構造）

施工：サカヒラ・赤尾特定建設工事共同企業体

敷地面積：6,238.34m²（全体）

建築面積：1,136.04m²（庁舎棟）

延床面積：2,866.67m²（庁舎棟）

階数：地上3階、塔屋1階

建物高さ：20.12m

構造形式：基礎免震構造

構造種別：鉄筋コンクリート造

基礎構造：地盤改良併用の直接基礎（ベタ基礎）



図1 鳥瞰パース（左：消防庁舎棟、右：消防車庫棟）

3 建築計画概要

本計画は、消防庁舎棟、消防車庫棟の2棟での計画とし、消防庁舎棟を基礎免震構造、消防車庫棟を耐震構造としている。消防庁舎棟の1階は、ホール・事務室・食堂・厨房など、2階は、仮眠室・作戦会議室・指令センターなど、3階は、本部事務室・会議室などを配している。塔屋の上部には、塔体高さ約13mの通信用鉄塔を有している。

4 構造計画概要

4.1 基本計画時の一体化案から分棟

基本計画時は、3階建ての消防庁舎と1階建ての消防車庫を一体とした基礎免震構造で進めていた。免震部材としては、弾性率が小さいゴム材料の積層ゴムやすべり支承を用いて、ある程度のねじれ振動を許容しつつ免震性能を確保する計画であった。(図2)

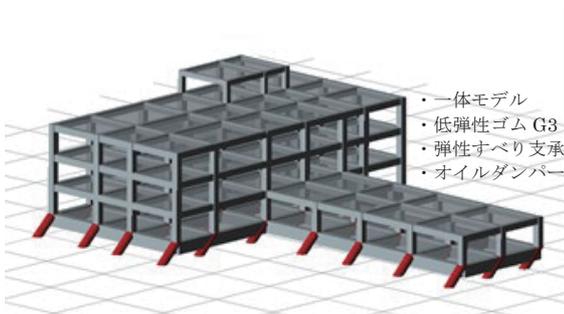


図2 基本計画時ねじれ振動検討

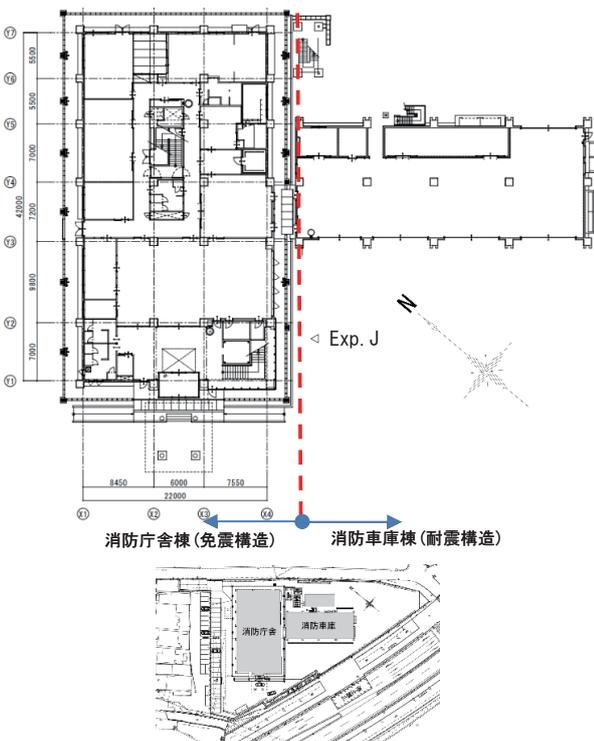


図3 配置図及び1階平面図

実施設計時は、免震部材の特命発注が不可であるとされたことから、低弾性の積層ゴムを使用しない免震計画を求められた。協議を重ね、消防車庫棟を耐震構造にて高耐震化して地震時の使用性を確保した上で、両棟の動線などを詰めた結果、構造的に分棟し、消防庁舎棟のみ免震構造とした。整形となったので、免震部材は、複数社の製品から選択可能となり、更なるコストダウンと機能合理化を図ることができた。

4.2 上部構造(消防庁舎棟)

消防庁舎棟の平面形状は、X方向6.0m~8.5mの3スパン、Y方向5.5mから9.8mの6スパンからなる22m×42mの整形な長方形の計画である。

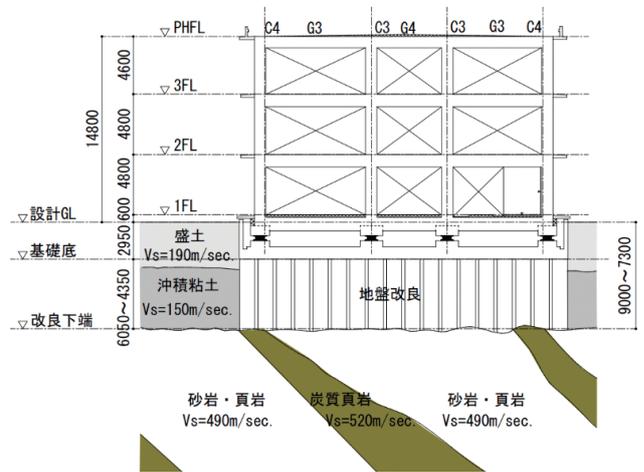


図4 構造概要及び地盤概要

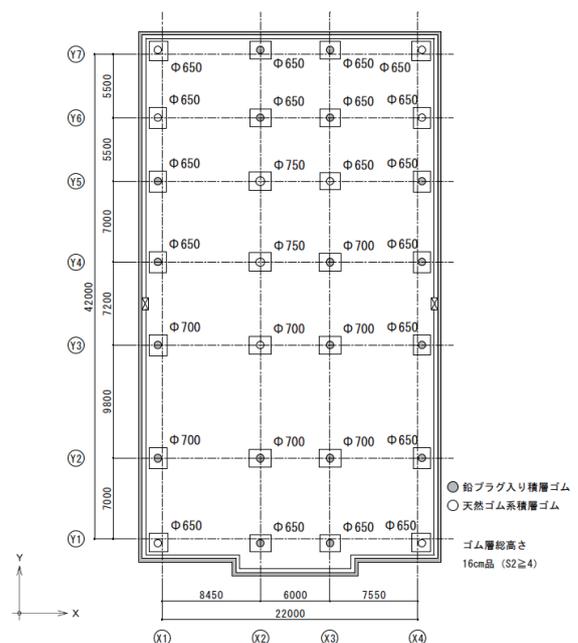


図5 免震部材配置図

立面形状は、セットバックの無い整形である。

階高は、1階4.8m、2階4.8m、3階4.6m、塔屋階4.0mである。構造種別は、経済性、耐久性の観点から鉄筋コンクリート造とし、結果として、免震効果をより良く発揮させるための水平剛性も確保できた。

構造形式は、両方向ともに純ラーメン構造としてゐる。上部構造は、平面的にも立面的にも構造的にバランス良く、特殊な材料や工法を用いなくても構造計画可能である。構造概要を図4に示す。

4.3 免震層

免震部材は、複数社の製品から選択可能とすることを条件とし、鉛プラグ入り積層ゴム支承18基、天然ゴム系積層ゴム支承10基を偏心率が0.03以下となる様にバランスよく配置している。図5に免震部材配置図を示す。

本地域は、コンクリートの二次製品の製造が盛んであることから、免震部材上部基礎をPCa化し、省力化・高品質化に努めた。(写真1)

また、免震部材下部基礎の充填工法は、より確実に施工ができると考えモルタルグラウト工法を採用した。実施工前に、グラウト試験を3回ほど行い、配合のみでなく、施工要領・手順についても施工者とともに入念に確認した上で施工した。(写真2)

4.4 基礎構造

本計画の基礎構造形式は、設計GL-7m付近から出現する砂岩層を支持層とした地盤改良（深層混合処理工法）併用の直接基礎としている。接地圧分布の均一化のため、厚さ1mの剛性の高いマットスラブによるバタ基礎としている。改良地盤の長期許容支持力は、300kN/m²としている。

5 地盤及び設計用入力地震動概要

5.1 地盤概要

支持層となる基盤岩はGL-7m付近から出現しており、砂岩及び頁岩主体であるが、1~4m程度の炭質頁岩を数層挟んでおり、岩層に傾斜がある。地盤概要を図4に示す。計画地周辺は、炭鉱地域であり、GL-80m付近に坑道が存在するとの情報を得た。3階建の本建物による坑道への影響はないことは確認したが、挟炭層へのたぬき堀の存在が懸念されたため、地表面より電気探査を行った。その結果、人為的な掘削の形跡は、確認されなかった。また、施工時においても土質の乱れは、確認されなかった。

5.2 設計用入力地震動概要

「極めて稀に発生する地震動」として、観測波3波、告示波3波、サイト波3波の計9波を採用した。サイト波は、計画地近傍において想定される模擬地震動として、ハイブリッド手法にて作成した西山断層帯からの地震動（2波）、長周期地震動として、南海トラフで発生する地震動（1波）を採用した。表1に設計用入力地震動を示す。

表1 設計用入力地震動

設計用入力地震動	レベル1		レベル2		解析時間(sec)	
	最大加速度(cm/s ²)	最大速度(cm/s)	最大加速度(cm/s ²)	最大速度(cm/s)		
告示波	Hachinohe NS 位相	72.9	9.2	383.3	47.2	234.0
	JMA KOBE NS 位相	78.6	9.2	345.3	46.5	120.0
	乱数位相	79.1	8.1	371.2	40.7	120.0
観測波	El-Centro NS	204.0	20.0	408.0	40.0	53.8
	Taft EW	198.8	20.0	397.5	40.0	54.4
	Hachinohe NS	139.6	20.0	279.2	40.0	234.0
サイト波	西山断層帯	-	-	540.4	46.7	120.0
	西山断層帯 大島沖-西山断層帯連動 EW	-	-	460.3	63.4	120.0
	南海トラフ四連動型	-	-	96.0	5.3	655.3

表2 耐震性能目標

項目	設計クライテリア	
上部構造	部材応力	短期許容応力度以下 $C_n=0.140(X \cdot Y), 0.150(U \cdot V)$
	層間変形角	1/200以下
免震層	最大水平変形	δ=378mm以下 (160mm×236%)
	最大せん断歪	鉛プラグ入り積層ゴム支承 :243%以下
		天然ゴム系積層ゴム支承 :236%以下
	圧縮面圧	せん断歪に対して定まる 性能保証変形時の許容面圧以下 かつ長期許容面圧の2倍以下
引張面圧	-1.0N/mm ² 以内	
基礎構造	設計クリアランス	水平：500mm以上 鉛直：40mm以上
	マットスラブ	短期許容応力度以下
	地盤改良 支持力	短期許容応力度以下 短期許容支持力以下

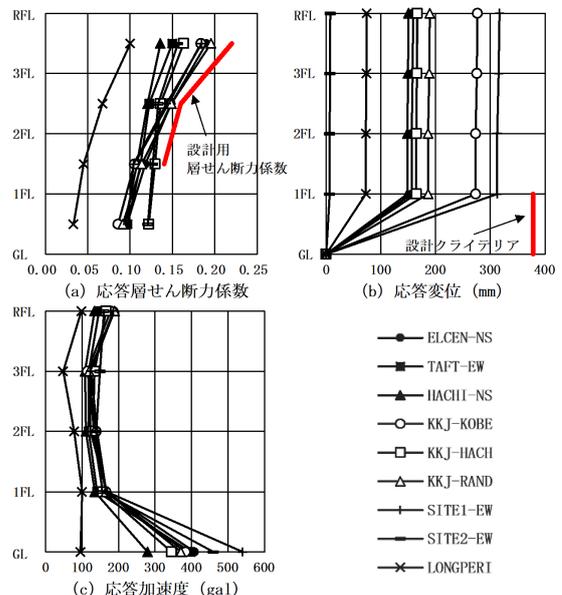


図6 応答解析結果 (レベル2)

6 時刻歴応答解析概要

時刻歴応答解析は、1層1質点の等価せん断モデルを用いて実施した。表2に耐震性能目標を示す。極めて稀に発生する地震動に対して、上部構造および基礎構造は、短期許容応力度以下、免震層変位は、性能保証変形の378mm以下とした。

極めて稀に発生する地震動に対する最大応答値の内、図6に最大応答層せん断力係数（剛性硬化時）、最大応答変位（剛性軟化時）を示す。免震層の最大応答変位は、310mm（歪194%）であり、設計クリアランス500mmに対して約62%である。

上下動解析については、スパンが過大でないことから上部構造は一体で挙動すると仮定し、免震層に鉛直剛性を与えた1質点モデルとした。逸散減衰なども含めた系の減衰定数を $h=5\%$ と設定し、加速度応答スペクトル($h=5\%$)で応答加速度値を代表した。これより免震層の設計用上下動軸力比を0.40として上下動による付加軸力を算定し、水平動による付加

軸力を絶対値和で足し合わせ、地震時面圧の算定を行った。その結果、最大、最小面圧はおのおの17.4、0.3N/mm²となった。なお、免震部材に引張力は生じておらず、建物および地盤の条件からすると、平成12年建設省告示第2009号第6での設計も可能ではあるが、建築主の意向により、時刻歴応答解析を行い、大臣認定を取得している。

7 おわりに

地方都市の小規模公共建築物では、地元の建設会社を対象とした競争入札を前提とすることが多く、免震構造の健全な普及という観点からも、特殊な技術を用いることなく確実に施工できる設計とし、工事監理することが求められます。

本建物は、予定通り2020年11月に竣工しました。設計から竣工に至るまで、関係者の皆様方には多大なご理解、ご協力を頂きました。この場をお借りして心より感謝申し上げます。



写真1 免震工事

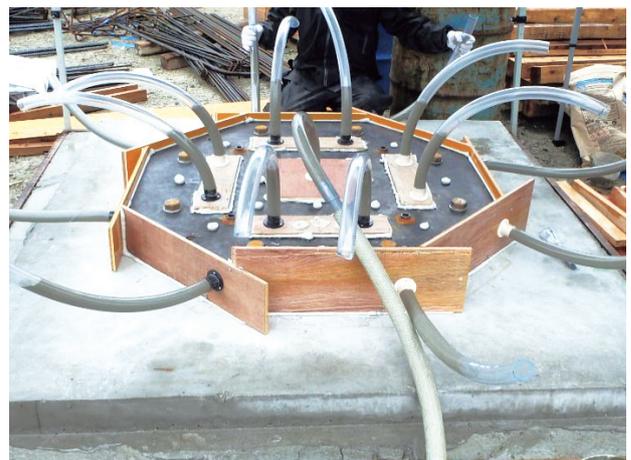


写真2 グラウト試験



写真3 建物外観



写真4 建物内観