

津波避難ビルとしての構造耐力を確保した 中間層免震構造庁舎の基本設計案

正会員 ○塩手 博道* 笹島 亮* 和田 直*
*株式会社 山下設計

Basic Design of Mid-story Isolated Building Which Secured Strength as a Tsunami Refuge Building

○SHIOTE Hiromichi* OSAJIMA Ryo* WADA Tadashi*
*Yamashita Sekkei Inc.

1. はじめに

宮崎県北部、延岡市で新庁舎の建設が計画されている。
(図 1) 東日本大震災の津波被害を教訓に、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波として、延岡市は満潮時標高 15.0mと想定されている。(2012年3月31日、内閣府)

新庁舎は、南海トラフの巨大地震後 20~30 分後に到達する大津波に対して津波避難ビルとしての構造耐力を確保するとともに、津波の浸水を免れた上層階では、防災拠点施設として機能維持を図ることを目標とした。ここでは、その基本設計案について紹介する。

2. 中間層免震の採用により大津波への冗長性を確保

新庁舎の目標を満足させるため、1階と2階の中間に免震層を配置した中間階免震構造が最適と判断した。その考え方は以下の通りである。

大地震発生後の確実な機能維持を図るため、免震構造を採用することとした。免震装置の課題は、積層ゴムアイソレーターの限界変位(ゴム層厚の4倍:68~80cm程度)をある程度超えると、ゴムと鉄板が剥離し地震抵抗力が一切なくなり、建物の部分崩壊といえる状態に至ることである。このため、津波に対しては、免震装置の変形能力が建物の構造耐力上の弱点となるため、津波波力に対する免震装置の耐力の余裕度を確保することが重要である。また、浸水(ヘドロ混じり海水)に対する対策として、機能や性能低下を生じない装置を選定する。具体的には、天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴムおよびU型鋼材ダンパーを採用した。(図2)

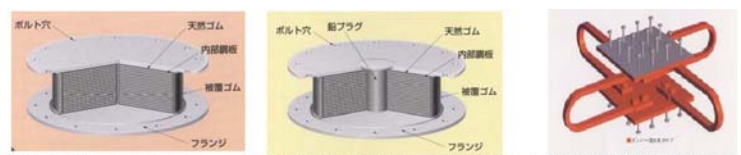
免震装置の破断プロセスは、①積層ゴムが免震水平クリアランス(本建物は60cm)に達する(ゴム層厚の350%程度)→②免震層上部が下部構造の擁壁を押し擁壁が終局曲げ耐力 μ に達する→③擁壁の変形が急激に進行しゴム層厚が400%を超え破断に至る。(図3) 本検討では、①の段階を津波波力と比較する際の免震装置の保有水平耐力と定義することが妥当と考えた。この際、津波を静的外力ととらえ、鉛プラグの剛性を無視し、積層ゴムと鋼材ダンパーの剛性のみを考慮して、免震装置の合計耐力を算定した。(図4)

「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)(2011年11月17日、国土交通省住宅局長)」に準じて津波波力の算定を行った。水圧係数 a は、河川の堤防が津波を軽減する効果があると考え、河川から100m程度しか離れていないことから、 $a=2.0$ とした。建物の1FLが標高6.2mであることから、設計用浸水深は8.8mとなる。

基礎免震の場合、津波波力に対し免震装置の耐力は40%弱であり、装置の破断に至ると考えられた。(図5)そこで、1階部分はSRC造の耐震構造とし十分に津波波力に抵抗させ、免震層は1階と2階の中間に設置することとした。(図6)この場合、津波波力は激減し、免震装置耐力は津波波力の約1.5倍確保でき、十分津波避難ビルとしての構造耐力が確保できる。



図1 外観イメージ



天然ゴム系積層ゴム(自重を支持) 内蔵された鉛プラグで地震エネルギーを吸収 鋼材で地震エネルギーを吸収

図2 浸水に対して機能・性能の低下しない装置を選択

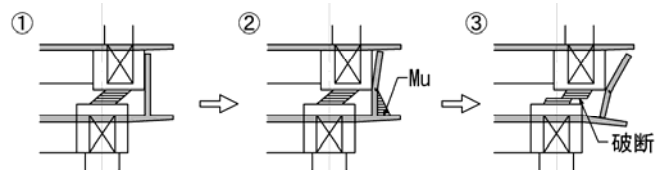


図3 免震装置の破断プロセス

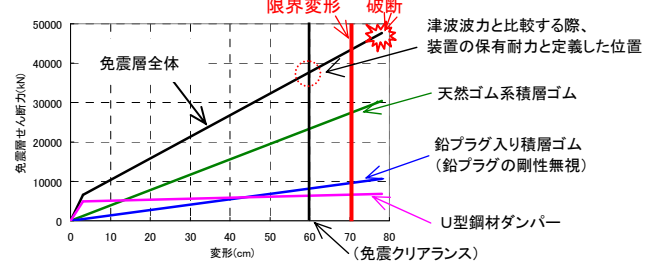


図4 津波波力に対する免震装置耐力の算定

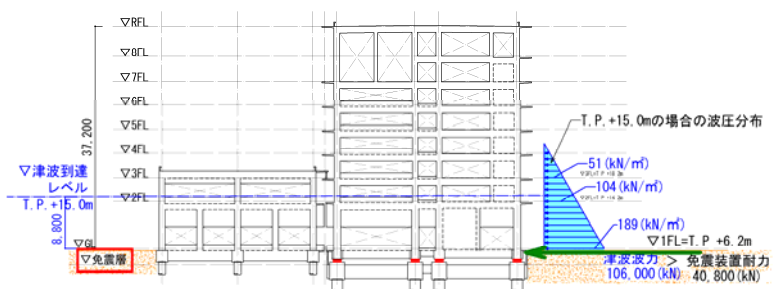


図5 基礎免震構造の場合の津波波力と免震装置耐力の比較

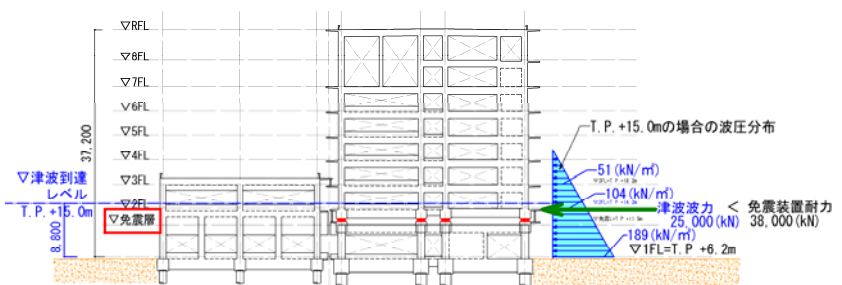


図6 中間層免震の場合の津波波力と免震装置耐力の比較

所在地：宮崎県延岡市東本小路 2-1
 主な用途：庁舎
 敷地面積：約 6,700m²
 建築面積：約 4,470m²
 延床面積：約 18,500m²
 キーワード：津波避難ビル、中間層免震、冗長性

Location : 2-1 higasihonkouji, Nobeoka City, Miyazaki Pref.
 Main Use : City Hall
 Site Area : 6,700m²
 Building Floor Area : 4,470m²
 Total Floor Area : 18,500m²
 Keywords : Tsunami refuge building
 Mid-story isolated building Redundancy

3. 津波に配慮したフロア構成

地下は設けず、基幹設備の機械室は最上階（8 階）に配置した。市長室や災害対策本部室のある防災拠点階は 5 階（標高 26m 程度）に配置した。災害支援を受けやすくするため、屋上にホバリングスペースを設置した。

4. 大地震後、大津波到達までの機能確保

大地震後、20～30 分後に大津波が到達するまでの、庁舎の主な役割は、震源・地震規模や大津波警報等の情報収集と防災無線を利用した市民への避難の呼びかけや周辺住民の庁舎上層階への受け入れである。

大地震による外部電力遮断に備え、情報収集や避難指示を継続するため、7 日間電力供給可能な自家発電設備と燃料オイルを装備する。上階への避難に関しては、足腰の弱い近隣高齢者を効率的に上層階に移動させるには、エレベーターが利用可能であることが重要である。地震の大きな加速度で停止しないよう、1 階のエレベーターシャフトは免震建物から吊り下げる。機械室レスの場合、通常ピット位置で S 波 80～120gal を感知するとかごを停止させるが、大地震時の応答加速度 200～250gal 程度でレールの強度を確保しつつ、かごは停止しない仕様を昇降機メーカーと検討中である。

5. 大津波終了後の防災拠点機能確保

災害対策活動のためのライフラインルートが大津波により断絶しないことが必要である。

非常用発電の継続した運転を確保するため、オイルタンクからの最上階発電機までの配管ルートのうち 1 階のシャフト壁を RC 造とすることにより、漂流物の衝突による配管の断裂を防止する計画とした。



図 6 計画地

また、浸水した 1 階から 2 階への移動経路の確保が必要である。鉄骨階段は漂流物の衝突により接続ボルト等の破断が考えられるため、階段室壁を RC 造とした。

オイルタンクは 7 日間分の防災拠点機能を維持する容量としているため、オイルが尽きる前に外部電力が復旧する必要がある。7 日間で電力を復旧させるための課題を電力会社と協議し、建設と平行して対策を講じておくことが必要である。

6. 大津波被害からの回復性

構造体耐力と耐火性能は、大津波後であっても、被災前と性能が変わらない計画とする。鉄骨梁に耐火被覆とした場合、津波で耐火被覆が脱落し耐火性能が低下するため、浸水を受ける 1 階と免震層は柱梁とも SRC 造もしくは RC 造とした。

7. ソフトにより人命を守る

建物のハードだけでは、市民の命を大津波から守ることは困難である。市の避難指示方法や市民の避難行動などを今後さらに理解し、それを技術的に支援する建物となるよう設計手法を深めていきたい。

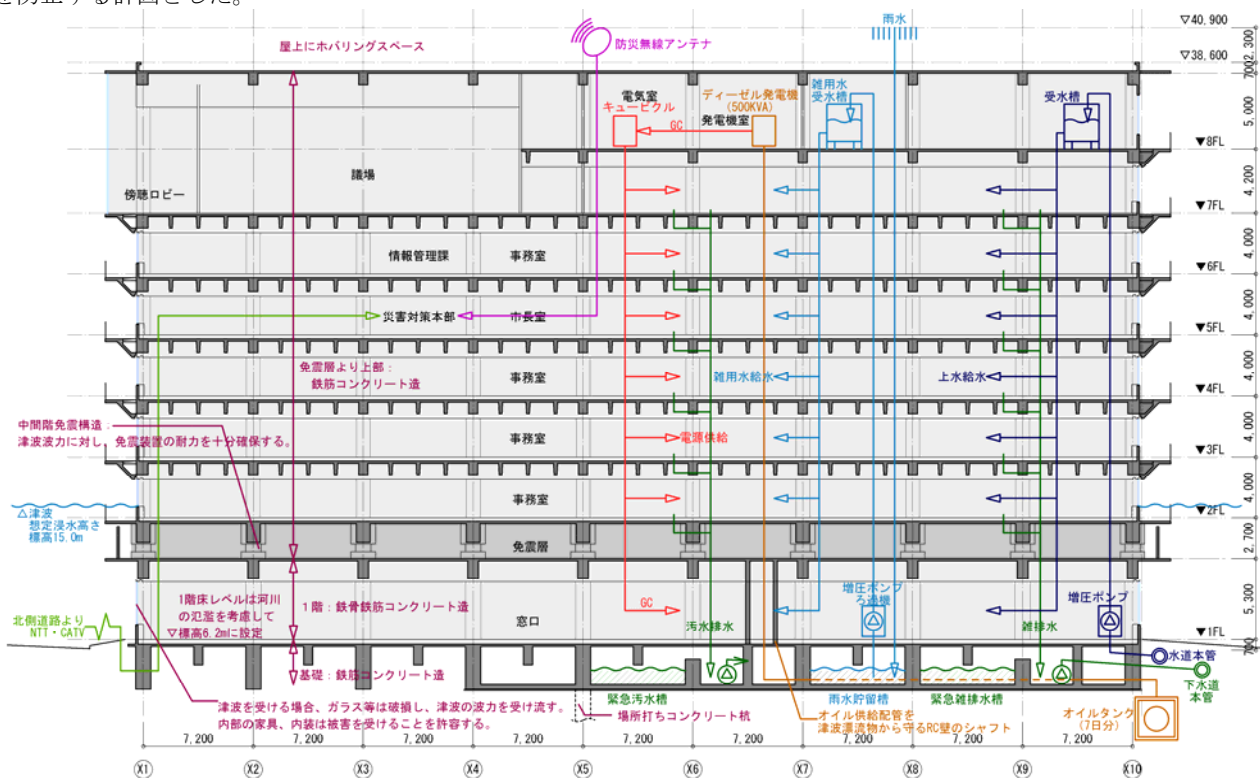


図 7 津波避難ビルの構造耐力を確保した防災拠点庁舎の断面イメージ