

### 津波避難シェルターの技術検討

高知県 危機管理部 南海地震対策課 堀田 幸雄  
 高知県 危機管理部 南海地震対策課 吉岡 重雄  
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員○久木留貴裕 大竹 省吾  
 オリエンタルコンサルタンツ 倉田 雅人 宇都宮 毅

#### 1. はじめに

高知県では、高知県沿岸に到達することが予想されている津波から、人命を守るため、緊急的・一時的な避難を行う場所の整備を進めている。これまで、避難路や津波避難タワー等の津波避難場所の整備を進めてきたが、平成24年3月31日に国から公表された津波高の推計値を踏まえ、既存の避難場所の整備に加え、より大きな津波にも対応できる新たな避難場所の整備を行う必要があることから、津波避難シェルターの実用化に取り組むこととした。本設計では、津波避難シェルターの実用化に向けた技術検討を行い、今後の普及促進に向けて概略的な設計を示すことを目的とした。

#### 2. 津波避難シェルターの定義

津波避難タワー等の避難場所は対応できる津波の高さに限界がある。また、高さを高くしても限られた時間の中で登り切ることは困難である。このため、津波避難シェルターは、一時的に水没しても避難者の安全確保が可能なものとし、その定義を定めた(表-1)。

表-1 津波避難シェルターの定義

●津波により一時的に水没したとしても、避難スペース内の避難者の安全を確保できるように構築した水密構造の避難場所
●避難中に必要な、空気の供給や温度・湿度等の適正な環境が確保された避難場所

#### 3. 津波避難シェルターの基本性能

##### 3.1 要求性能の整理

津波からの避難を目的としたシェルターの事例は無いため、設計に先立ち、要求性能を整理した(表-2)。一時的に閉鎖空間となること、避難者の属性が限定されないこと等から、避難者の安全の確保に加え、避難の確実性、避難者の安心の確保等幅広い観点から要求性能を列举した。

表-2 要求性能の整理

避難者の安全の確保	浸水しない/地震時に壊れない/酸欠しない/燃えない/瓦礫等の衝突で壊れない/短時間で救出出来る
確実な避難の実施	十分な広さがある/扉が容易に開けられる/入場に時間を要しない/避難時に軋まない
避難者の安心の確保	明るい/情報を受信・発信出来る/治療が受けられる/防犯
快適な避難環境の確保	温度管理ができる/日常的な生活が可能
日常の維持管理性に優れる	施錠出来る
投資効果が大さい	安価である/日常使いが出来る

##### 3.2 津波に起因する作用の調査

高知県における津波浸水予測や、東日本大震災における被害調査報告<sup>1)</sup>等に基づき、浸水域、浸水深、浸水深の経時変化(図-1)や、救出開始時間、火災の延焼実績等を調査した。

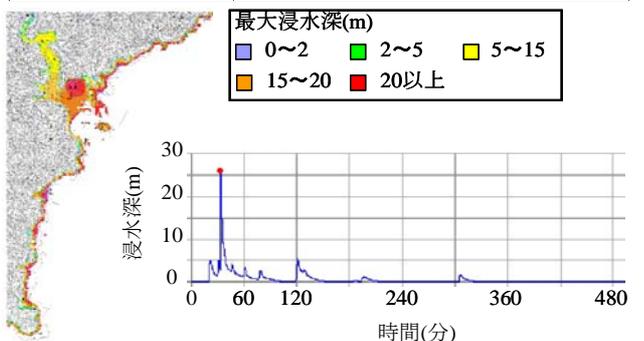


図-1 津波浸水予測の事例

##### 3.3 閉鎖空間に対する設計技術の調査

一時的に閉鎖空間となることから、閉鎖空間に滞在するための環境整備に着目した研究事例<sup>2)</sup>の調査を行い、避難場所として確保すべき要件と、酸素、二酸化炭素、温度等の変動予測手法ならびに制限値の取りまとめを行った。

##### 3.4 基本性能の設定

上記調査結果を整理し、津波避難シェルターの本体構造と内部設備により確保する基本性能(表-3)を設定した。

表-3 基本性能

①収容時間	24時間(津波の終息6時間 <sup>1)</sup> +救援6時間+余裕12時間)
②床面積	1m <sup>2</sup> /人(津波避難ビルと同一)以上
③耐震性	設計地震動(推定南海地震(「南海トラフの巨大地震による最大クラスの震度分布 H24.3.31 内閣府」に対応した地震動)、直下型地震)に対して、浸水に繋がるひび割れ等が発生しない。
④水密性	予測される津波(【高知県版第1弾】南海トラフの巨大地震による津波浸水予測について 2012.5.10)からの水圧に対して水密性を確保する。
⑤シェルター内空気	酸素濃度: 18%~21%、二酸化炭素濃度: 1.5%以下(労働安全衛生法、建築設備設計基準: 厚生労働省による)
⑥シェルター内温度	温度: 30度以下(熱中症環境保健マニュアル(2011.5改訂版)、環境省)

1)「高知県版第1弾」南海トラフの巨大地震による津波浸水予測の箇所別到達時間等について 2012.06.22 高知県より推定

キーワード 津波, 避難, シェルター, 構造設計, 設備設計

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 株式会社オリエンタルコンサルタンツ TEL.03-6311-7861

### 3.5 設計技術の調査

津波避難シェルターの要求性能を満たすことができる既往の設計技術、製品を調査した(図-2, 3, 他)。この結果、既往技術・製品の組み合わせにより、津波避難シェルターの実現は可能と判断した。

### 4. 津波避難シェルターの構造形式の選定

津波避難シェルターの構造形式としては、単独構造(表-4)と複合構造が(図-4)考えられる。複合構造には、既往の避難場所との組み合わせや、シェルターに多くの通路や入口を設ける構造等が考えられるが、施工コストを踏まえ、現時点では、単独構造の検討を優先した。平地に単独構造を設ける場合は、施工深度の違いにより、地上、半地下、地下が考えられる。施工コストと救出に係わる水没時間に関しては、地上が有利であるが、火災や漂流物に対する安全性は、地中が有利となる。このため、長時間の火災に対する配慮が必要な地点では、半地下構造を基本とした(表-4)。逆に、長時間の火災に対する配慮が不要な場合は地上構造とし、外圧に対して強いドーム型式を選定した。また、崖地に設ける場合の検討を行い、崖地では、十分高い崖上までシャフトを設けることで、閉鎖空間で必要となる空気供給等のための特別な設備を配置しないこととした。

### 5. 津波避難シェルターの概略設計

建設地点として平地と崖地を想定し、収容人員を100名として概略設計を行った。平地用としては、半地下の矩形と、地上のドーム型を対象とした。設計外力として津波による水圧と、火災の影響、避難者からの発熱を考慮し、①躯体の安定、②躯体の耐力、③室内温度に対する設計を行った。さらに、避難環境維持のための空気と湿度に着目した設備設計を行い、構造一般図、パースの作成(図-5~7)ならびに、概算事業費の算定を行った。

### 6. おわりに

本設計により、津波避難シェルターの実現の見通しを得た。今後は、津波避難シェルターの建設が必要な地域を選定し、設計・施工を行う予定である。

なお、本検討の遂行に当たっては、高知工科大学 岡村甫理事長、中田慎介教授をはじめとする、「津波避難シェルター技術検討委員会」の委員の皆様よりご指導を頂いた。ここに感謝の意を表す。



図-2 止水扉

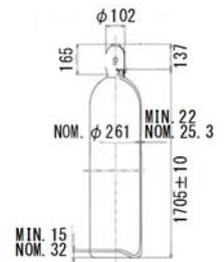


図-3 空気の供給装置

表-4 シェルターの構造形式の比較

■水密扉 ■脱出扉 ▲スロープ

地上		漂流物の衝突と火災の影響.....×	水没時間.....○	建設コスト.....△
半地下		漂流物の衝突と火災の影響.....○	水没時間.....○	建設コスト.....×
地下		漂流物の衝突と火災の影響.....○	水没時間.....×	建設コスト.....×

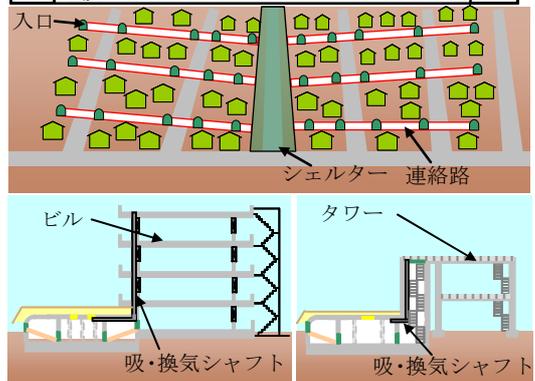


図-4 複合構造のイメージ



図-5 平地用(矩形)



図-6 平地用(ドーム)



図-7 崖地用

### 参考文献

- 1) 例えば、消防庁災害対策本部：平成23年東北地方太平洋沖地震について(第145報),2012.3.
- 2) 例えば、環境科学技術研究所 閉鎖型生態系実験施設：[http://www.ies.or.jp/project\\_j/project02a.html](http://www.ies.or.jp/project_j/project02a.html).