

南海トラフ大地震を対象とした静岡県内津波対策技術の開発研究 ～新材料, 新構造による津波避難シェルターの利活用方法の検討～

静岡理科大学 中澤 博志

静岡 岡 大 学 原田 賢治

防災科学技術研究所 梶原 浩一

南海トラフ大地震では広範囲での津波の発生が想定されている。その有効な対策は、防潮堤の建設や、津波が想定される地域の住宅・施設等の高台移転であり、地震発生の際には逃げる等の行動を速やかに取ることである。しかしながら、僅かでも津波による人的被害と経済的な損失のリスクを低減し、瓦礫の発生や漂流を低減するためには、津波が生じて押し寄せることを前提に、津波・漂流物に耐え、浮揚・移動し、地震後に回収できるようなシェルターや建築物の普及は、命を救う手法の一つであると考えられる。そこで、本研究では、(1) 静岡県沿岸部における代表的な避難施設の現状把握と課題整理、(2) 津波シミュレーションの実施と複合的な災害を含めた防災力の把握、(3) 新材料を用いた津波避難シェルターの性能評価、および(4) 実装を目指した津波避難シェルター利活用方法の検討の4項目の順で調査と検討を2年間かけて行った。主な成果は以下の通りである。

(1) 津波避難施設の現地調査

浜松沿岸部～掛川沿岸部における現地調査から、津波防災施設・避難施設の現状把握を行った(写真-1)。実際には、遠州灘沿岸部における施設数は限定的であったが、ハザードマップ上でも液状化発生リスクの高い条件に設置されているケースが多いことを確認した。



写真-1 津波避難タワー（福田漁港）

(2) 液状化-津波の複合災害に関する検討

代表地点を抽出し、南海トラフ大地震の想定波を用い、一次元地震応答解析から液状化継続時間の推定と津波シミュレーションを行った（写真-2）。本検討では、防潮堤完成後と現況モデルにおける津波の浸水状況を比較し、現況モデルは防潮堤の整備中の箇所や河口部からの浸水が確認できること、地震後、液状化が1～3時間継続するが、津波第一波到達時間は地震発生から約20分となっており、避難行動の障害となり得るような、液状化および津波との複合災害の可能性のあることを示唆した。

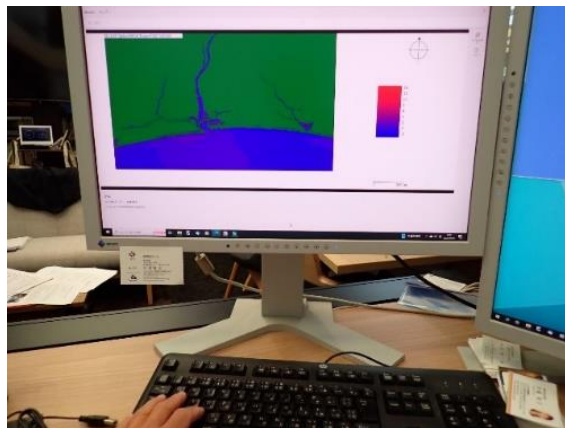


写真-2 津波シミュレーション（磐田市，袋井市，掛川市沿岸部）

(3-1) 模型実験による津波避難シェルターの挙動評価

新材料として特殊発泡ポリスチレンを用いた津波避難シェルターの構造形式の検討と津波挙動把握を行うため、大型水路を用いた模型実験による津波避難シェルターの

挙動評価を行った。実験では、1/50縮尺モデル津波避難シェルター模型を3Dプリンタにより作製し、**図-1**の実験用水路（東海大学）にて、ケースごとに津波高を変化させて実験を実施した。実験の様子を**写真-3**に示す。実験では、模型高さ50cmに対し、波高6.6cmが作用した瞬間に、シェルター躯体には、1.3～1.4Gの大きな加速度が水平に生じ移動したが、再現数値解析における変形は殆ど見られなかった。

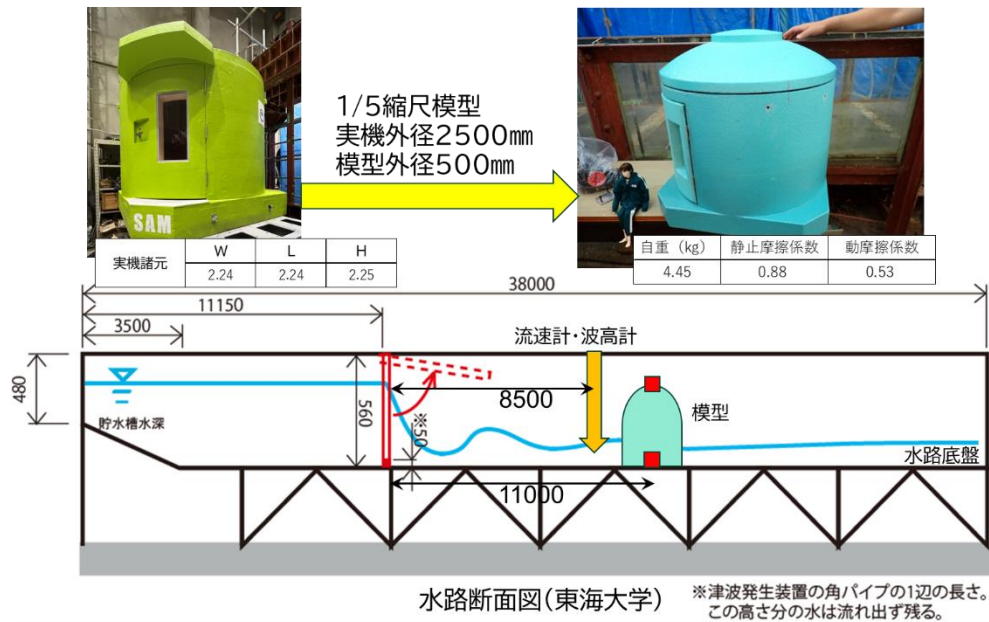


図-1 水路実験（東海大学）の概要

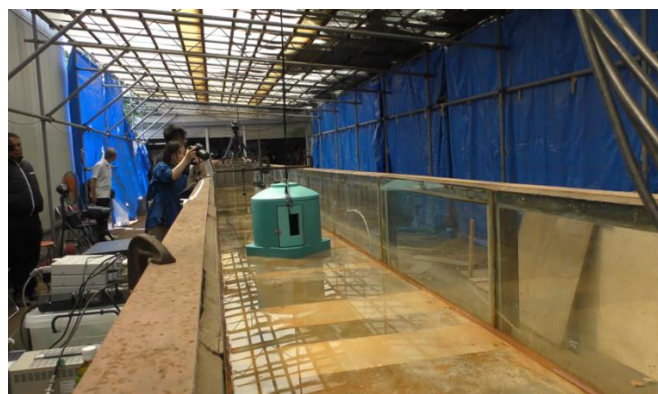


写真-3 実験の様子

(3-2) 数値解析による津波避難シェルターの性能評価

(2)に示した津波シミュレーションから得られた津波浸水高を参照し、津波避難ビル等の構造設計法に関する技術基準¹⁾に示される津波波圧を算定し数値解析を実施した。今回の一連の検討で、最も厳しい条件である模型高さまで浸水する津波高さでは、地盤

に固定された条件下のシェルターに比較的大きな変形が認められたが（図-2），機能を喪失するようなものではなかった。

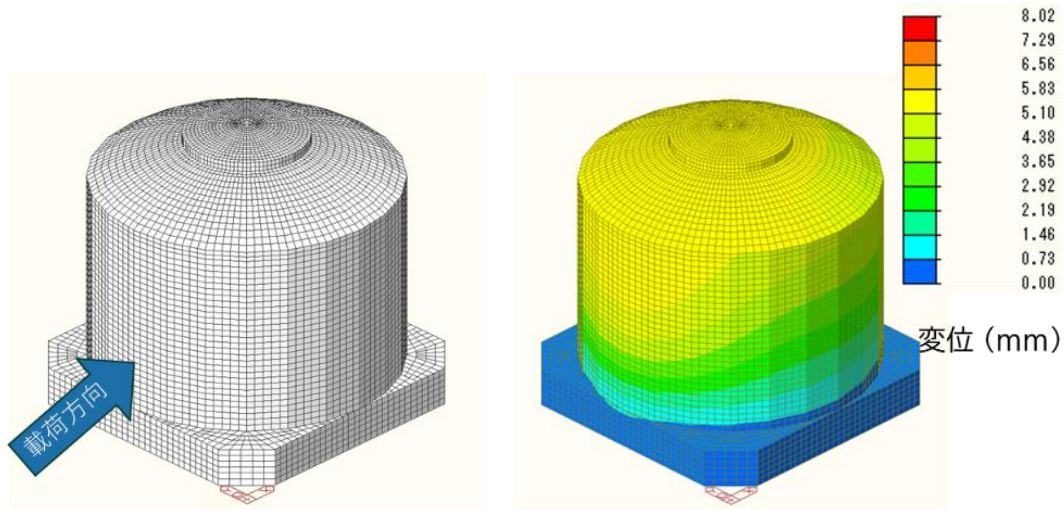


図-2 シェルターの津波襲来時挙動の数値解析結果

（左：解析モデルと津波荷重の方向，右：解析結果）

(3-3) 津波避難シェルター材料の耐久性評価

津波救命艇に関しては構成材料の耐久性に関する検査規定が記載されている津波救命艇ガイドライン - 津波救命艇の機能要件の評価のための試験方法・判定基準 - ²⁾があるが、津波避難シェルターに関しては材料検査の手法が無いのが現状である。今回、津波救命艇ガイドラインを参照し、津波避難シェルターを構成する特殊発泡ポリスチレンの浮力材試験を実施した。試験体は8体（6体：外観検査，2体：切断内部確認），試験体サイズ $306 \pm 3 \text{ mm} \times 306 \pm 3 \text{ mm} \times t56 \pm 3 \text{ mm}$ を用い，試験方法は，8時間交互に試験片周辺温度 $-30^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$ にさらして材料の劣化を確認した（写真-4）。その結果，特殊発泡ポリスチレンとシェルター外部に塗布して強化する硬化剤を組み合わせさせた供試体に劣化等の影響は見られず，耐久性は担保される結果を得た。



写真-4 浮力材試験（左：試験体設置風景，右：試験体寸法確認，寸法・外観変化なし）

(4) 津波避難シェルター利活用方法

一連の検討結果から、液状化の発生により、津波避難行動に影響がある可能性が指摘される。その際の避難遅れ対策の一つとして、津波避難シェルターが考えられる。津波避難シェルターは、津波被害の人的・経済的リスク低減のための一助として考えているが、普段は市民などが供用し親しみのある施設として利用促進を目指したいと考える。

【参考文献】

- 1) 深井敦夫，原口統：津波避難ビル等の構造設計法に関する技術基準，土木技術資料，Vol.54, No.6, pp.24-29, 2012.
- 2) 国土交通省海事局：津波救命艇ガイドライン-津波救命艇の機能要件の評価のための試験方法・判定基準-，https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000024.html