

津波避難ビル上に設置したシェルターの挙動に関する検討*

秋田大学工学資源学部 金子 祐一
秋田大学工学資源研究科 渡辺 一也

1. はじめに

2011年の東日本大震災の発生を受けて、従来想定よりもかなり巨大な津波が来襲することが予測されるようになってきている。特に南海トラフ地震による被害が予測される地域では、以前よりも約4倍近く大きな津波の来襲が予測されている場合もある。

そのため、津波からより確実に身を守るために従来の高所避難に加えて、高所避難後の対策も必要となっている。本研究では、浮体式津波避難用シェルターの使用を含めたハイブリッドな避難に注目した。この手法は従来手法と組み合わせることにより生存率の向上を図るものである。

本研究では縮尺1/20での水理実験を行い、模型を用いてシェルターの安全性を評価した。各測定器を使用して、波高や流速等の物理量を計測するとともに、ビデオカメラを用いた挙動解析を行い、シェルターを使った避難に対する評価を行う。

2. 実験方法

津波を模した模擬段波はゲートを急開することによって発生させた。実験水路の概略と測定機器の配置、諸記号の定義を図-1に示す。実験水路は高さが0.50m、幅が0.30m、全長11.0m、貯水長5.0m、静水深0.067m、斜面勾配1/26の両面ガラス張り鋼製矩形水路である。

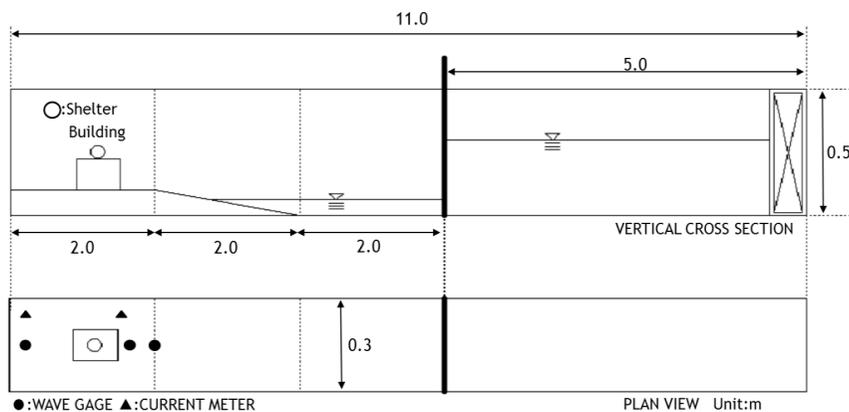


図-1 実験水路略図

*Investigation of Tsunami Evacuation using Floating Type Tsunami Evacuation Shelter on the building by Yuichi Kaneko and Kazuya Watanabe

実験で用いたシェルター模型を図-2、建物模型を図-3に示す。シェルター模型²⁾は、4人乗りと6人乗りの2種類を想定した。大きさは、4人乗りのものが、直径6.3cm、重さ48.5gとなっており、6人乗りのものは直径8.6cm、重さ78.9gである。重量はFroudeの相似則によって算定した。建物模型は、高さ15cm、幅14cm、奥行15cmとした。また、比較として、長さが異なる奥行30cmの建物模型も使用した。実験条件の詳細については表に示した。



4人乗りのタイプ



6人乗りのタイプ

図-2 シェルター模型



図-3 建物模型

表-1 実験条件

	平地	奥行15cm	奥行30cm
貯水深(cm)		40.0, 35.0	
静水深(cm)		6.7	
斜面勾配		1/26	
設置位置(cm)	ゲートから流れ方向に420	建物前面から3.0,7.5,12.0	建物前面から3.0,15.0,27.0

模型の材質は塩化ビニルであり、シェルター模型の中には安定性向上と重量確保の目的で、底面側に油粘土を敷き詰めてある。図-2より、シェルター模型は吃水が半分以下であることが確認できる。また建物模型に開口部は無く、中には油粘土とコンクリート片を重りとして詰めている。

測定項目は建物模型の前面から20cmと9cm、背面から30cmの3位置における超音波式変位計による氾濫水深と、模型の前面横3cmと背面30cmの2位置においてプロペラ流速計による氾濫流速である。この他にビデオカメラを使用し、挙動解析も同時に行った。

3. 実験データ

今回の実験の一例として、6人乗りシェルターを30cm建物模型上に建物前面から3cmの位置で設置し、貯水深35.0cmで発生させた段波を入射させた際に、建物前面から20cmの位置において計測された波高経時変化の例を図-4に示す。建物前面で急激に波高が大きくなっていることが確認できる。

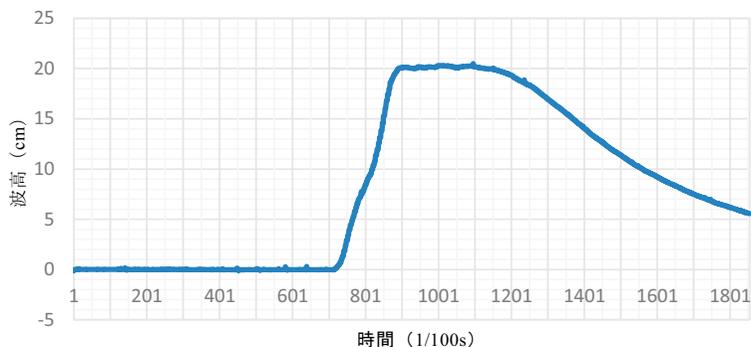


図-4 波高の経時変化例

また、図-5には6人乗りシェルターを30cm建物模型上に建物前面から3cmの位置に設置し、貯水深35.0cmで発生させた段波を入射させた際に、建物前面横3cmの位置で測定された流速の経時変化例を、図-6には同条件でシェルター模型のみを使用しなかった場合での、建物模型背面から30cmの位置で測定された流速の経時変化の例を示す。

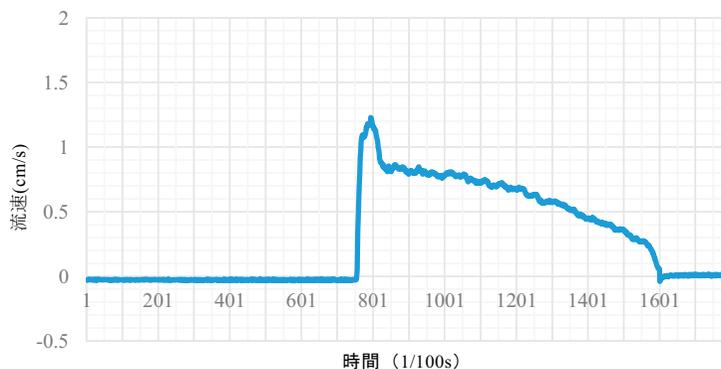


図-5 流速の経時変化例(1)

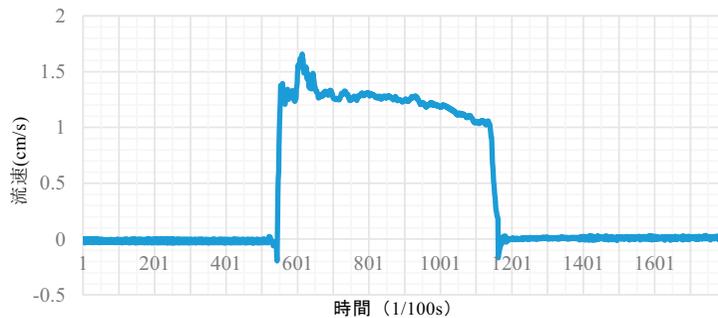


図-6 流速の経時変化例(2)

4. 考察

本研究では、各測定器を用いた物理量の計測の他に、ビデオを使った挙動解析によって、主に3パターンの挙動に分けることができた。以下にパターン別の図と考察を示す。

(1) パターン1：波とともに移動

主に貯水深が大きいときにみられる挙動である。シェルターが波にさらわれ、滑らかに移動する。回転や落下、浮き沈み等の挙動の乱れは少ないが、球体自身の移動速度が大きい。ここでは1コマ1/10秒となっており、図には2/10秒ごとの写真を示している。

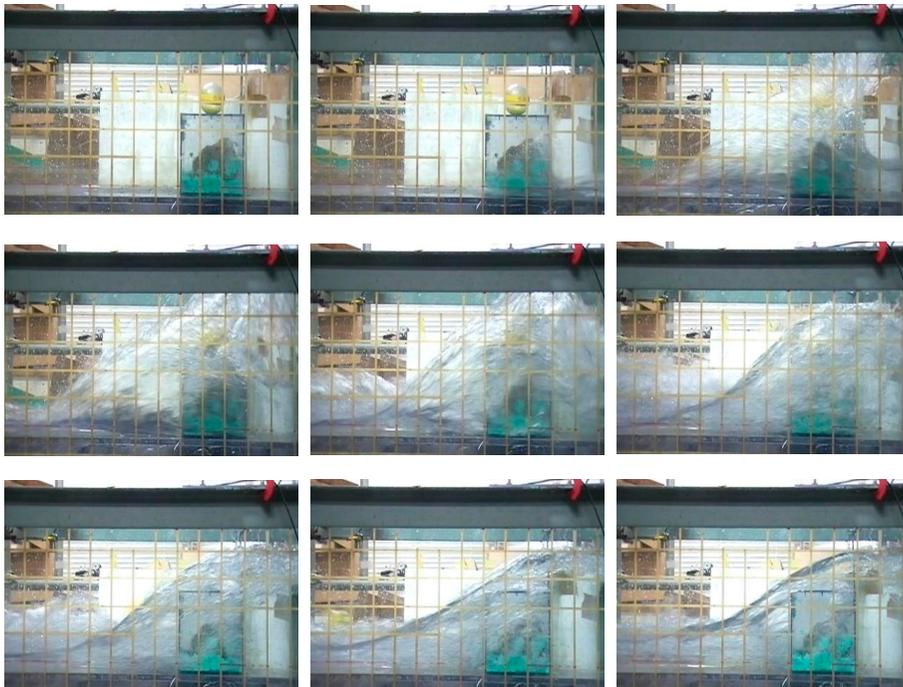


図-7 シェルターの挙動(1)

(2) パターン2：回転後，落下

貯水深が低い条件でよく見られた。また，貯水深が大きい場合は設置位置が建物上中間と後方の条件のときによく見られるパターンで，波の衝撃によってシェルターが回転し，建物上から落下後，波に流されていく。この場合は，落下後浮き沈みを繰り返しながら流されることが多く，回転等の挙動の乱れも大きかった。

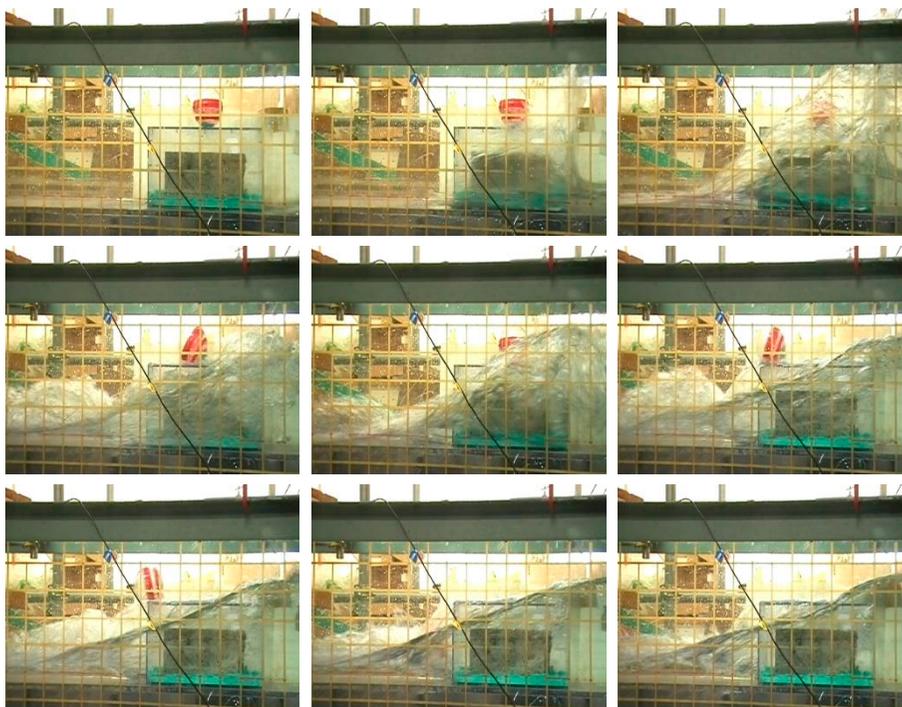


図-8 シェルターの挙動(2)

(3) 落下後，滞留

主に，貯水深が小さいときにみられ，回転等により建物から落下した後，建物後背面でしばらく滞留するパターン。短いときは0.2秒程度，長いときは1秒程度滞留する場合もあった。滞留中は揺れが激しく，シェルターは不安定な状態であった。また，流されるときは，急加速して流されていく場合が多く，比較的危険性が高いパターンであると考えられる。

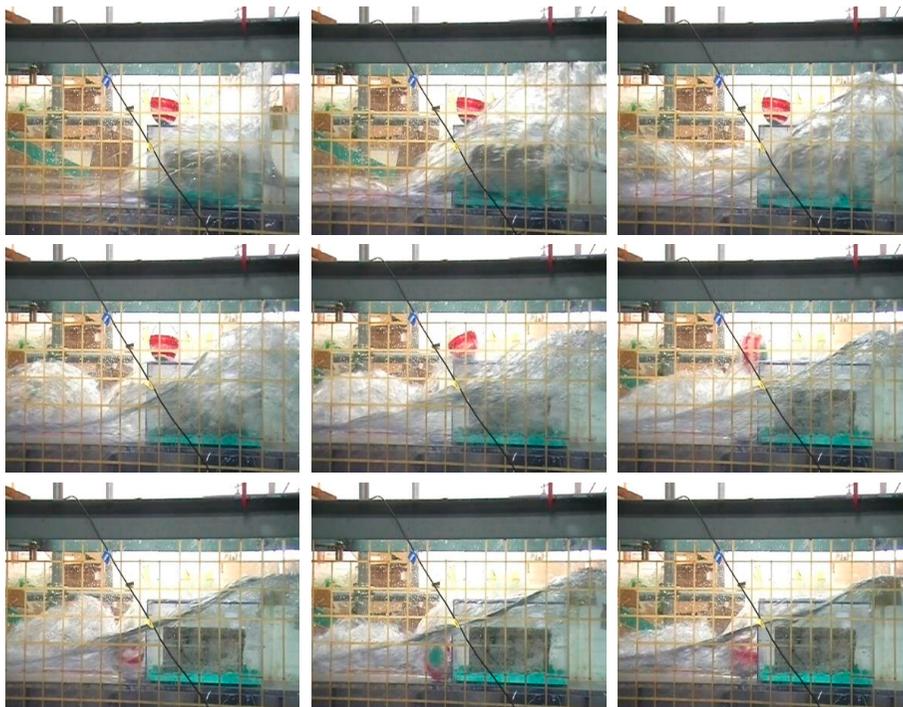


図-9 シェルターの挙動(3)

5. まとめ

シェルターの挙動は主に3種類に分けることができたが、各物理量との明確な関わりはまだ明らかとなっていない。また、既往研究³⁾ではシェルターが動かない場合も確認されたので、今後も調査を続けていく必要がある。また、挙動には大きな乱れが生じる場合もあるため、浮体式シェルターは一時的な避難場所としては有効であると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、秋田大学水工学研究室のメンバーに協力を得た。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 重松孝昌：浮体式津波避難シェルターの開発に関する基礎的実験，海洋開発論文集，第24巻，pp.105-110，2008。
- 2) TAJIMA MOTOR CORPORATION：浮揚式津波対策用シェルター「SAFE+」，
 〈<http://www.tajima-motor.com/safeplus/shelter/index.html>〉(2015年1月15日アクセス)
- 3) 松谷和明：浮体式津波避難シェルターを利用した津波避難に関する検討，土木学会東北支部講演概要集，II-63，2014。