# 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

1. はじめに

2011 年の東日本大震災の発生を受けて、従来想定よりも巨大な津波が来襲することが予測されるようになっている.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,津波から身を守るためには,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.

そこで、本研究では、浮体式津波避難用シェルター<sup>1)</sup>の使用を含めたハイブリットな避難に注目した.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.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<sup>2)</sup>.

#### 2. 模型実験

実験ではゲートを急開することにより, 模擬段波を 発生させた. 段波は一様水深部, 一様勾配斜面部を伝播 した後, 平坦な陸上部を氾濫するものとする.

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0.50m,幅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.水路下流端の壁 は撤去してあり,氾濫流はそこを自由に透過できる.一 様勾配斜面部と平坦な陸上部は塩化ビニル樹脂製であ る.



図-1 実験水路と測定機器の配置

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.本実験の縮尺は 1/20 であり,実際のシェルターを模擬している.シェルター模型は、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.重量はフルード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-1 に示した.模型の材質は塩化ビニ

秋田大学 学正員 〇金子 祐一 正員 渡辺 一也

ルであり、シェルター模型の中には安定性向上と相似 則の関係から、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.

再現性を確かめるため,各条件で3回ずつ実験を 行った.



図-2 シェルター模型



図-3 建物模型

中联友 /

<b>衣一</b>   夫被朱件						
	平地	奥行 15cm	奥行 30cm			
貯水深(cm)	45.0, 40.0, 35.0					
静水深(cm)	6.7					
斜面勾配	1/26					
設置位置	ゲートか	建物前面から	建物前面から			
(cm)	ら流れ方	3.0,7.5,12.0	3.0,15.0,27.0			
	向に 420					

#### 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.

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時系列を示す.

キーワード:津波,水理実験,浮体式シェルター 連絡先(〒010-8502 秋田市手形学園町1-1 TEL 018-889-2884)



図-5 流速の経時変化例

#### 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.以下にパターンの一例と その考察を示す.

### (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, 左図から右図のように遷移する.



図-6 シェルターの挙動(1)

### (2)パターン2:回転後,落下

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-7 シェルターの挙動(2)

### (3)パターン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 パターンである. 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.



図-8 シェルターの挙動(3)

**表-2**は、建物の奥行の違いでパターン別の発生回数を示したもの、単位は回数である.

 表-2
 パターン分け

 パターン
 1
 2
 3
 その他

				1
奥行 15cm	18	8	6	4
	(50%)	(22%)	(17%)	(11%)
奥行 30cm	12	10	14	0
	(33%)	(28%)	(39%)	(0%)

### (4)シェルターの挙動(球体速度)

ビデオ解析により, 球体の移動速度を求めた. 以下に その図を示す.



図-9は一例として、貯水深 35cm, 建物(小),シェ ルター(小),後方設置の場合の球体速度である.シェ ルターは、落下後に滞留し、その後急激に速度を増す ことが明らかとなった.

### 5. まとめ

本研究では、シェルターの挙動は主に3 種類に分け ることができた.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が、傾向としては顕著なものが見 られたため、今後の避難や実際のシェルター設置時に は、これらを考慮することが重要である.また、挙動に は大きな乱れが生じる場合なども確認されたので、今 後も調査を続けていく必要がある.

**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,謝意を表する.

## 参考文献

1) 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21日アク セス)

2)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.