

津波避難タワーに衝突する漂流物の挙動に関する基礎的検討

大成建設(株) 正会員 ○小尾 博俊

1. はじめに

津波避難施設の一つである津波避難タワーは、地震発生から津波到達までの時間的猶予や地理的な条件等により、近くの安全な高台へ早急に避難することが困難と想定される地域で整備が進められている。避難タワーの構造形式には写真-1に示すように、柱・梁部材から成る骨組構造と、筒状の壁部材から成る円筒構造とに大別される。前者は鉄骨造、後者は鉄筋コンクリート造をそれぞれ基本としている。本稿ではこれら2つの構造形式に対して、津波波力の作用や漂流物の衝突がどのような影響を及ぼすか比較検討し、津波や漂流物に有利な構造形式を数値解析によって例示した。

2. 解析条件

数値解析には、粒子法の一つである SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法により津波を表現し、漂流物およびその衝突を受ける避難タワーは FEM でモデル化した流体-構造連成解析を適用した。SPH 法は対象とする領域を粒子の集合体として表すため、空間的なメッシュを定義することなく、極端な変形や自由表面の含まれる流体問題などに有効とされている。

津波は陸上に遡上した津波を想定し、初期条件として水深 3.0m、初速 5.0m/s を仮定した。漂流物は乗用車とし、衝突を受ける避難タワーは骨組構造と円筒構造で同程度の断面積となるように設定した。このときの解析領域を図-1に示す。



(a) 骨組構造



(b) 円筒構造

写真-1 津波避難タワーの一例

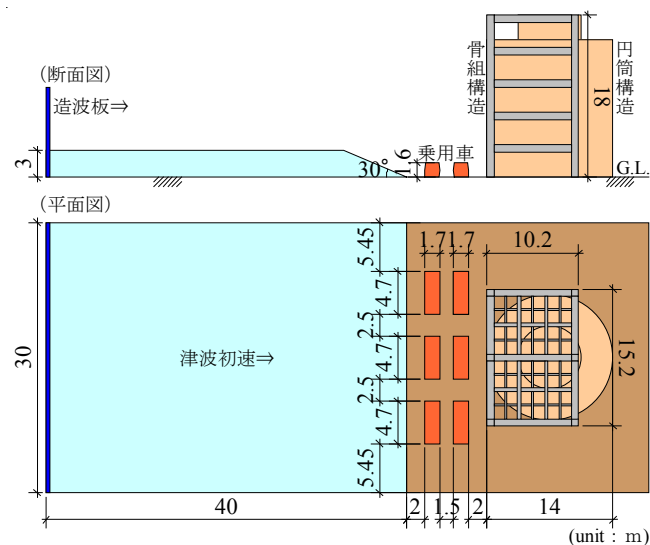
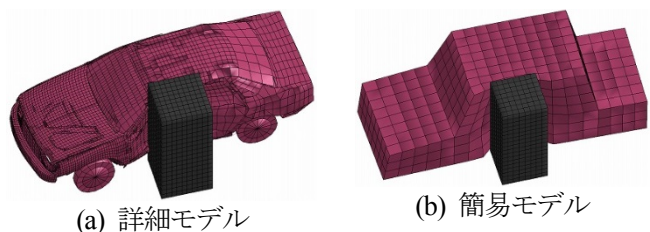


図-1 解析領域



(a) 詳細モデル

(b) 簡易モデル

図-2 衝突時の変形状況

キーワード 津波避難タワー、津波漂流物、衝突力、SPH 法、流体-構造連成解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 TEL 045-814-7230

3. 解析結果

図-3 に示すように、漂流物を線形材料としたケース 1 および 2 では、漂流物は避難タワーに堰き止められることなく流れていく。これに対し、漂流物を非線形材料としたケース 3 および 4 については、避難タワーを骨組構造としたケース 3 の場合には、漂流物が衝突により変形することで柱・梁に絡み付き滞留した。一方、円筒構造としたケース 4 の場合には、漂流物は滞留することなく流れていく結果となった。

次に、避難タワーに作用する津波波力および漂流物の

表-1 解析ケース

ケース	避難タワーの構造形式	漂流物の材料モデル
1	骨組構造	線形 (変形し難い)
2	円筒構造	
3	骨組構造	非線形 (実強度相当)
4	円筒構造	

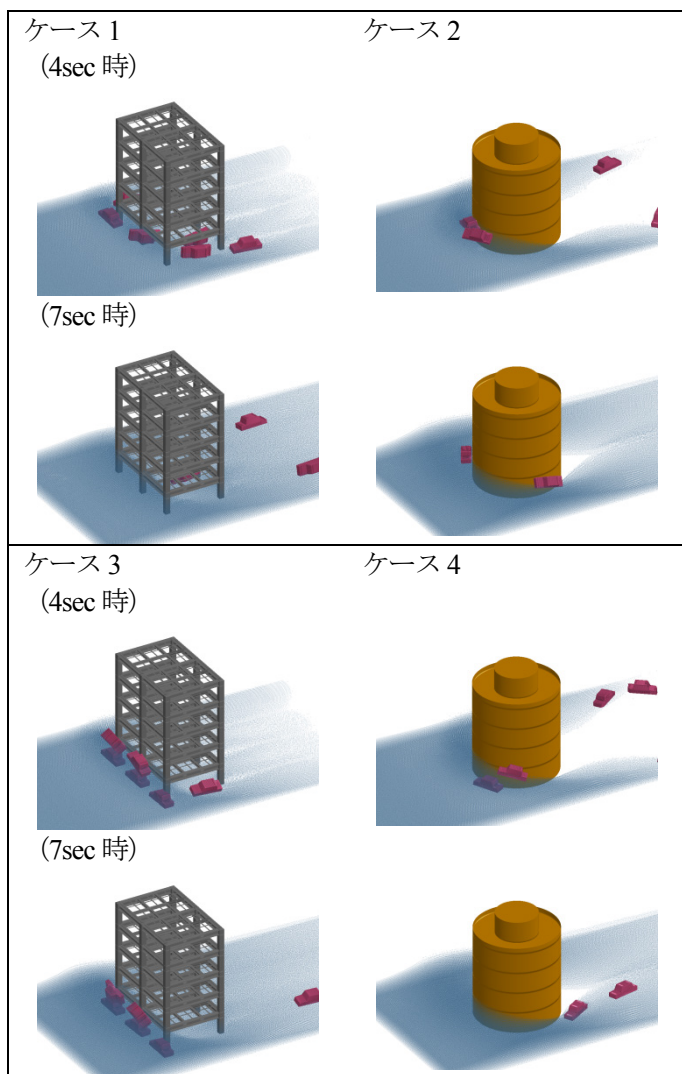


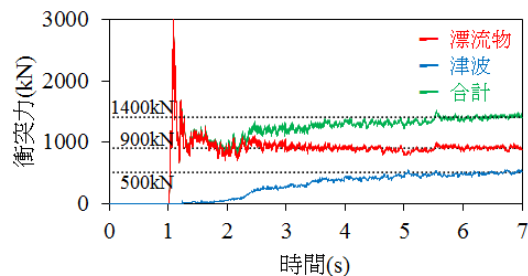
図-3 漂流物の衝突挙動

衝突力時刻歴を図-4 に示す。ケース 3 の場合には、漂流物の衝突時にパルス状の極めて大きな力が生じ、その後、漂流物が滞留することで 900kN 程度の力が作用し続けている。また、津波による直接的な波力は 500kN 程度で、6~7 秒後には合計で 1,400kN 程度の力を受ける。これに対し、ケース 4 の場合には、漂流物は流れ去るため、その力は次第に減少し 0 になる。一方、津波波力はケース 3 の約 2.5 倍にあたる 1,250kN 程度の力が生じている。

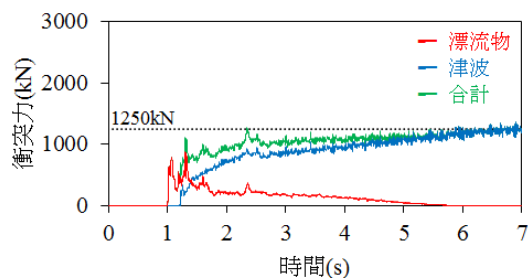
4. まとめ

本稿の条件内で得られた知見を以下に述べる。

- (1) 骨組構造の避難タワーは、衝突により変形した漂流物が絡み付き滞留するリスクがある。また、衝突時にはパルス状の大きな衝突力が生じる。
- (2) 漂流物が滞留すると避難タワーに作用する津波波力が増大するため、衝突後の継続荷重にも留意する必要がある。
- (3) 一般に、漂流物が滞留すれば津波火災などの 2 次災害を招く恐れも懸念される。
- (4) 以上より、津波避難タワーの構造形式としては円筒構造が望ましいものと考えられる。



(a) ケース 3



(b) ケース 4

図-4 衝突力時刻歴

参考文献

- 1) National Crash Analysis Center , Ford Taurus , <http://www.ncac.gwu.edu/vml/models.html>
- 2) LS-DYNA KEYWORD USER'S MANUAL VOLUME I , II , Version R7.0, LSTC, 2013.