

防流起式防波堤の津波減勢効果に関する平面二次元解析を用いた検討  
 Evaluation of Hydro-Plane Type Tsunami Breakwater effect by horizontal two-dimensional analysis

○ 梶山 朋香・米山 望  
 ○ Tomoka SUGIYAMA, Nomozu YONEYAMA

A Hydro-Plane Type Tsunami Breakwater is a movable breakwater powered solely by the hydrodynamic force of a tsunami, and is expected to reduce damage to ports and harbors. Since it does not involve human operation, detailed simulation in a field environment is essential. In this study, we proposed a method for evaluating the effectiveness of the breakwater in a field environment using two-dimensional planar analysis, and applied it to the Shimizu port in Wakayama Prefecture. The analysis results showed that the standing condition was satisfied before the tsunami peak, and that the method was effective in suppressing the water level and flow velocity in the port. Further studies will be conducted through a 2D-3D hybrid analysis (116 words).

1. はじめに

津波による広域災害の初期対応および復旧活動を効率的に行う上で、港湾重要性が再認識された。港湾内への津波の流入を抑え港湾の被害を軽減する対策として、防波堤の開口部に可動防波堤を設置することが検討されてきた。本研究が対象とする流起式防波堤もその一種であり、津波の流体力のみを駆動力として扉体を起立させる。人的操作を介さないため必要に応じて適切に機能するか分からず、様々な波に対する扉体の応答特性については詳細に検討する必要がある。これまで各種模型実験やその再現解析により扉体の応答特性とその効果が明らかになってきたが、これらは津波が正面から作用する断面二次元流れ場における検討にとどまり、現場環境でその効果を検討したものはない。流起式防波堤の実地での検討に不可欠な、現場での詳細な数値解析シミュレーションの構築を目指し、本論文ではその前段階として、平面二次元解析を用いた評価の提案を行う。和歌山県冷水漁港に適用して流起式防波堤の津波減勢効果を検討した。



図2 解析領域



図3 評価フロー

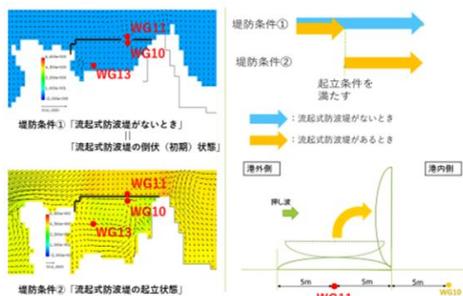


図1 流起式防波堤の堤防条件と評価地点

2. 解析手法と評価方法

津波解析は、南海トラフ巨大地震に関して実績

のある解析コード H-FRESH を用いた平面二次元解析をおこなう。本手法は非線形長波理論に基づく。解析領域は波源から冷水漁港に近づくにつれて計算格子サイズが小さくなるように設定し、最も小さいサイズは 1 辺 10m である。津波断層モデルは内閣府の検討会で使用されたモデルのうち冷水漁港に到達する津波高が最も高いケースを用いた。

評価フローを図に示す。一度目の解析により扉体の水中比重を定め、その条件に基づいて二度目の解析で津波減勢効果を評価する。流速および水深の評価点は図の通り流起式防波堤の中央の一点とし、流速は防波堤に直交する成分のみを評価に使用した。防波堤の起立条件として、東らの実験より「水深が扉体の長さの 75% 以上」かつ「流速が扉体の水中比重により決まる最低流速以上」と定め、両方を満たした時刻に堤防条件を変更した。そして流起式防波堤がある場合とない場合について港内の水深と流速の値を比較することによって津波減勢効果を評価した。

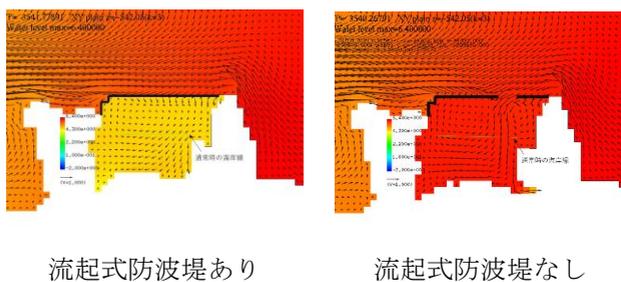


図 4 津波来襲時の流況 (3540 秒)

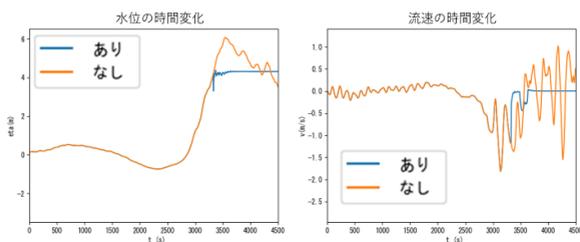


図 5 WG10 地点の推移と流速の時間変化

$$\text{減衰率} = \frac{\text{流起式防波堤ありの場合の最大水位上昇(最大流速)}}{\text{流起式防波堤なしの場合の最大水位上昇(最大流速)}} \quad (1)$$

### 3. 解析結果

図 4 に冷水漁港の津波来襲時の流況を示す。図中のカラーバーは T. P. -2.0m~+6.4m の間で水位を示し、流速は矢印の長さで示す。図 5 に港内側 WG10 地点の水位と流速の時間変化を示す。流起式防波堤により港内外の水位および流速が低く抑え

られていることが確認できる。図 6 には、津波強さを変化させたときの港外の最大水位上昇と、流速及び水位の減衰率の関係を示す。減衰率は式(1)で定義している。図 6 よりすべてのケースで減衰率が 1 以下であることから、流起式防波堤は津波来襲時の港内の流速および水位を低減させることが分かった。また、防波堤高さを境に波高が大きいかほど減勢効果は大きくなった。この結果は東らの結論<sup>[2]</sup>と一致している。

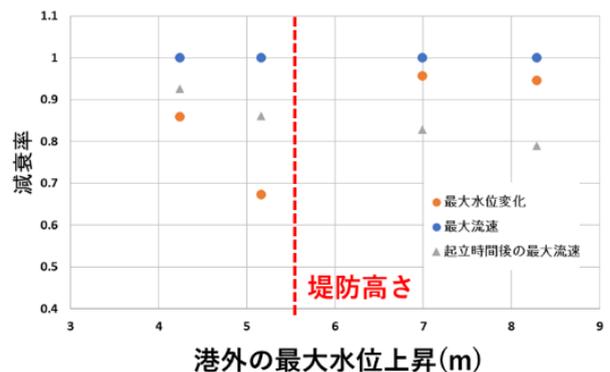


図 6 津波強さと減衰率の関係 (WG10)

### 4. おわりに

本研究では、平面二次元津波伝播解析手法を用いた流起式防波堤の津波減勢効果の評価手法を提案し、和歌山県冷水漁港において適用した。解析の結果、流起式防波堤は津波のピークが来る前に起立し港内の水位および流速を減少させた。また、波高が大きいかほど減勢効果は大きくなった。流速の平行成分の扱いや引き波に対する挙動等について課題が残るため、今後は波源からの津波伝播解析と三次元の防波堤挙動解析を両立した 2DH-3D ハイブリッド解析の実現を目指す。ハイブリッド解析の結果を用いて今回の評価方法の精度を高め、平面二次元解析による流起式防波堤の効果検討方法を確立することで、三次元解析を行うのが難しい地点において有効な手法となる可能性がある。

### 参考文献

- [1] 国土交通省: 大規模災害時の船舶の活用等に関する調査検討会最終報告, 2014.
- [2] 菅野ら: 流起式可動防波堤の性能評価及び実用化研究, 港湾空港技術研究所資料, 2021.
- [3] 米山ら: 自由液面解析コード (FRESH) の開発, 日本流体力学会誌「ながれ」, 1998