

流起式可動防波堤の性能評価水理実験

Performance Evaluation of Hydroplane Tsunami Barrier by Means of Hydraulic Model Experiments

○東良慶・田中裕介・伊藤忠男・半田英明・平石哲也・菅野高弘

○Ryoukei AZUMA, Yusuke TANAKA, Tadao ITO, Hideaki HANDA, Tetsuya HIRAISHI, Takahiro SUGANO

This study aims to evaluate the fundamental performance of the Hydroplane Tsunami Barrier by using the 1/200 scale hydraulic model. The Hydroplane Tsunami Barrier is a kind of movable breakwater. The main body is fixed to the pedestal by the special rubber belt, and it rises by hydraulic force due to tsunami and storm surge. The effectiveness of this breakwater for tsunami countermeasures is indicated through experiments of response characteristics for hydraulic force, wave force acting on the main body and the damping effect for wave height. As a result, it is revealed that water pressure acting by the maximum wave height is larger than the impact force due to the rotation of the main body. It was confirmed that the damping effect increases with the height of the tsunami.

1. はじめに

我が国の港湾施設の湾口部には沖合防波堤が設置されていることが多く、船舶等の航路を確保するため開口部が設けられている。東日本大震災でも津波が来襲した際にはこの開口部から津波が侵入し、被害が生じた。この対策として可動型防波堤が提案されている。本研究では扉体（堤体）が作動する際に、人的操作を必要とせず、津波の流体力のみで自立する流起式可動防波堤を提案し、その小型模型を用いた水理実験により基本的な性能を評価することを目的とした。

2. 流起式防波堤の概要

流起式可動防波堤は、港湾施設の湾口部に設置された既存の沖合防波堤の開口部に設置を想定している (Fig. 1)。この防波堤は上面が平板、下面を円弧形状からなる扉体をメインとし、その扉体にベルトを上下方向にクロスに連結している。任意の速度以上の水流が発生した場合、扉体が基礎台上で回転し、起立する。従って、津波来襲時には押し波、引き波いずれの場合でも起立する機構である。この防波堤の実大スケールは高さ；20m, 1ユニットの幅；60m, 厚さ（高さ）；2.4mを想定しており、本研究で用いた模型はアルミ製で実大の1/200（高さ；10cm, 幅；30cm, 厚さ；1.2cm, 重量；0.29N）の模型を作成した。

3. 水流に対する応答評価実験

流起式防波堤を海底に設置する際には、通常時

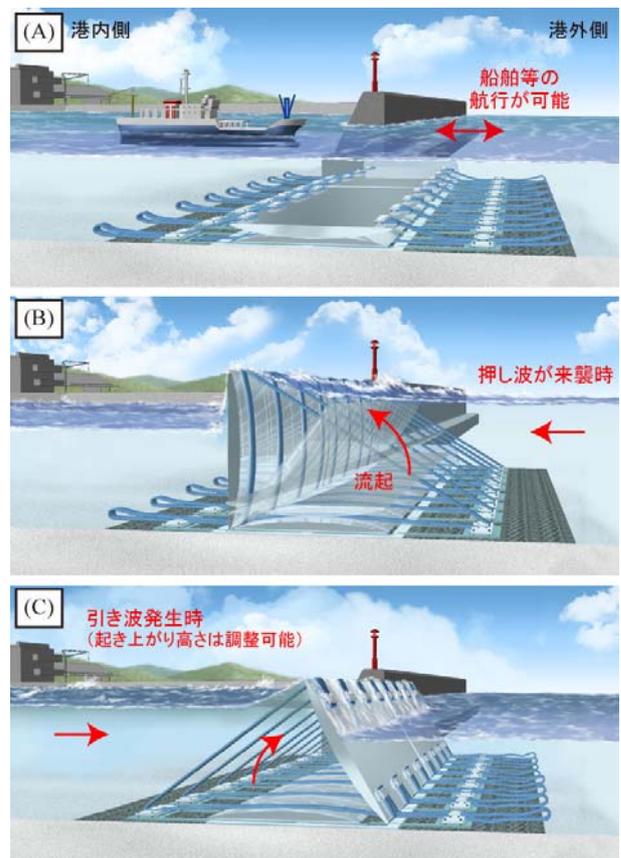


Fig. 1 流起式可動防波堤の設置想定図；(A) 通常時, (B) 押し波来襲時, (C) 引き波発生時

の潮流によって可動せず、高潮や津波など任意の流速によって可動するよう制御する必要がある。そこで、水流に対する防波堤の応答を評価する実験を行った。台車に防波堤模型を乗せ、水中を移

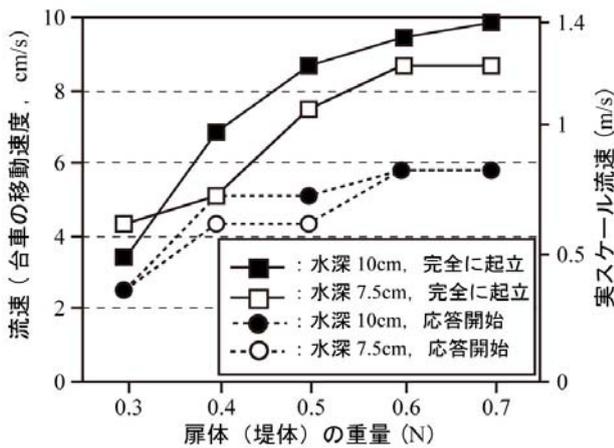


Fig. 2 水流に対する応答性能実験結果

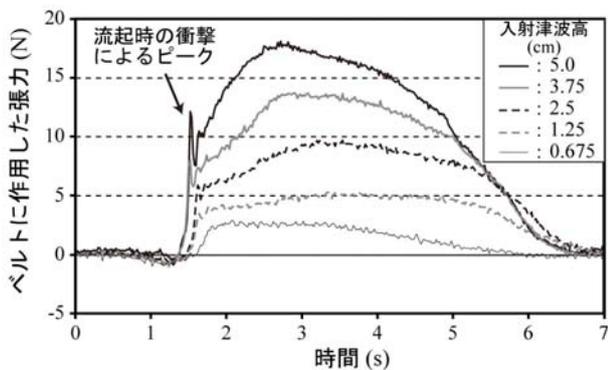


Fig. 3 固定ベルトに作用する張力（波力）の時系列データ（4つのベルトの測定値を合算）

動かせることにより、非常に低速な水流を相対的に作用させることができる。その結果、水流に対して動作を開始する最低流速は 2.5cm/s（実スケール；0.5m/s 程度）であり、扉体の重量を調整することにより、応答性を制御できることがわかる（Fig. 2）。また、通常時の潮流程度の流体力では動作しないことも確認できた。

4. 流起時に作用する波力の測定

本防波堤の機構は水流により扉体が持ち上げられ、基礎台上で回転するため、起立した際に固定ベルトに衝撃力が加わる。また、起立状態における波の作用力も固定ベルトに作用することになる。そこで、本研究ではあらかじめ校正したひずみゲージを固定ベルトに取り付け、直線造波水槽のマウンド上に模型を設置した。造波した波高と4本の固定ベルトに作用した力(kg重)の関係を Fig. 3 に示す。その結果、波高に比例して防波堤に作用する力が増加した。また、起立時に作用する衝撃力よりも、後続の波のピーク時に働く流体力の方

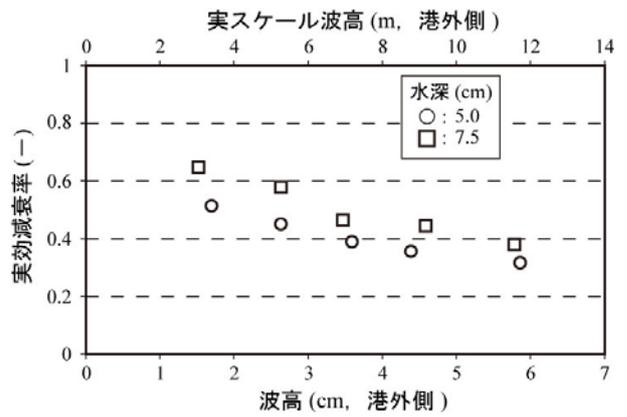


Fig. 4 流起式可動防波堤の波に対する実効減衰率

が大きいことがわかる。このことから、通常の直立防波堤に作用する津波の波力に対する強度があれば、固定ベルトに生じる衝撃力に耐えることがわかった。

5. 波の減衰効果

上述の波力の測定と同様に直線造波水路において、防波堤の前後で波高を測定し、波の減衰効果を検討した。防波堤に入射した波高と実効減衰率の関係を Fig. 4 に示す。ここに、実効減衰率は、（防波堤を設置した際の減衰率）／（堤防がないマウンド自体（原地形）の減衰率）である。その結果、水深 5cm, 7.5cm（実スケールで 10m, 15m）どちらのシリーズにおいても、入射波高が大きくなると、波の減衰効果が上昇する結果となった。これは、波高が小さい場合は流体力が小さく、流起する速度が遅く、波高のピークの通過後に起立したと考えられる。一方で、波高が大きい場合は先行してくる波で流起し、波の減衰効果が大きくなったと考えられる。

6. 結論

得られた主要な結論は以下の通りである。

- (1) 流起式可動防波堤は、通常時の潮流には応答せず、扉体の重量を調整することにより任意の流れ（波）に対し動作させることができることを確認した。
- (2) 起立する際に生じるベルトへの衝撃力は後続の波の波力よりも小さく、通常の防波堤に作用する波力として扱えることがわかった。
- (3) 津波（強い流れ）に対しても十分な波の減衰効果が期待できることがわかった。