

津波による漂流物の挙動に関する数値計算

防衛大学校 学生会員 ○長屋 昌弘
 防衛大学校 正会員 嶋原 良典
 防衛大学校 正会員 藤間 功司

1 はじめに

インド洋スマトラ沖地震津波において、津波の来襲に伴う漂流物が構造物へ衝突し、大きな被害を与えたケースが数多く報告された。よって防災の視点から、漂流物の挙動を把握することが重要である。しかしながら、従来の津波に関する検討では主に流況を対象とされてきたため、津波による漂流については十分な検討が行われていない。本研究は、港湾模型を用いた水理模型実験により港湾内の漂流物の挙動に関して実験を行った。加えて、港湾を対象とした津波時の模型実験に対する再現計算を行い、浅水理論による数値計算と実験結果の比較から数値計算の適用性について検討した。

2 水理模型実験

水理模型実験は、図1に示す防衛大学校の7(m)×11(m)の2次元平面水槽を用いて行った。水槽の左端にピストン式の造波装置が設置されており、それ以外の3面は直立壁である。図2に示す断面を持つ防波堤模型を水槽の中央に設置した。(x, y)の原点を防波堤開口部の中心として、x軸方向は波の進行方向に、直交方向をy軸に、z軸方向は鉛直上向きにとる。また、x軸の正の方向を岸側、負の方向を沖側とする。漂流させた物体は、直径4(mm)、質量2.7(g)のピンポン球である。実験は、静穏な状態から波高H=1.0(cm)、周期T=20.0(s)の正弦波を1周期分を造波した。漂流物の移動を測定時間間隔1.0(s)で約90(s)間にわたり計測した。また、一様な静水深は15(cm)とした。

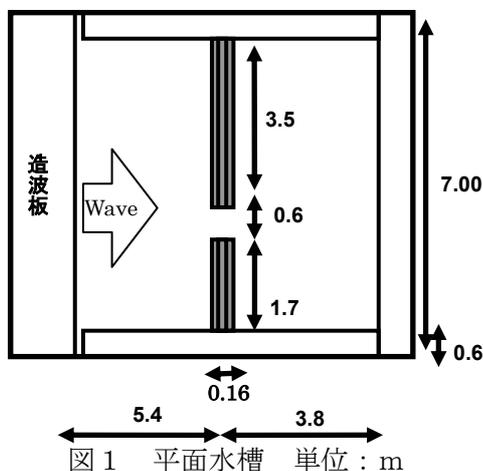


図1 平面水槽 単位：m

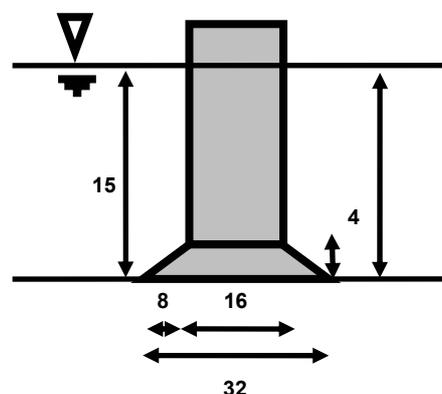


図2 防波堤断面図 単位：cm

3 数値計算の概要

沖側入力境界の入力波は、造波板の変位から求めた線流量の波形を用いた。流体の支配方程式として非線形長波理論（浅水理論）式を基礎方程式とし、Staggered Leap-frog法による有限差分法で解く。その際、移流項は1次精度風上差分で離散した。また、底面摩擦の影響は無視できると仮定する。計算条件として、空間格子間隔は $\Delta x = \Delta y = 2$ (cm)、時間ステップは0.01(s)とし、計算領域の格子数は460×285である。再現時間は90(s)とした。また、漂流物の運動は、形状抵抗と付加質量項を考慮した運動方程式を解くことにより求める。

キーワード 津波 漂流 数値計算 浅水理論

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科

4 結果および考察

図3・4は、初期位置が地点1・2のピンポン球の流跡の比較である。計算結果では、はじめ押し波により岸側に流された後、引き波により沖側に初期位置まで引き戻され、その後x方向に往復した。一方、実験結果では、はじめ押し波により岸側に流された後沖側に引き戻され、その後防波堤の沖側で回転しながら沖方向に流されていった。はじめの往復運動の最大移動距離を比べると、図3・4共に波に進行方向であるx方向の漂流物の移動距離ではおおむね一致が見られた。一方、実験結果の回転は計算結果で表せなかった。

次に他の3地点での漂流物のx、y方向の移動距離について比較した。表1に開口部付近の漂流物の初期位置を、表2に各点のx方向及びy方向の移動距離の比を示す。この結果より、波の進行方向であるx方向の漂流物の移動距離は、実験値と計算値に大きな差はない。一方、波の進行方向に直交なy方向の漂流物の移動距離では、実験結果が計算結果に比べ30～100倍移動している。これは、防波堤開口部により発生するy方向の流速を十分に再現されていないためと考えられる。

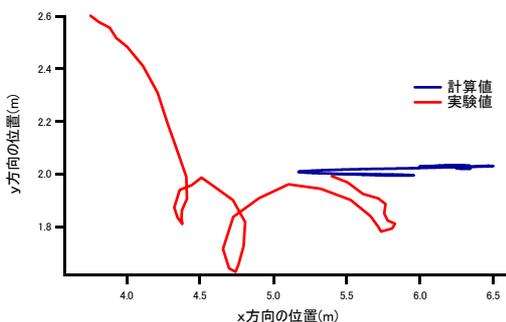


図3 ピンポン球の流跡の比較(地点1)

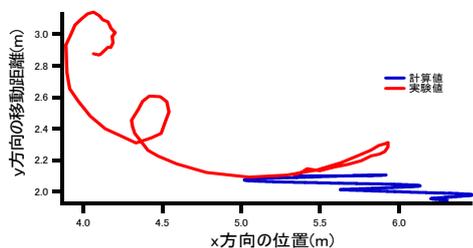


図4 ピンポン球の流跡の比較(地点2)

表1 開口部付近の漂流物の初期位置

	x (m)	y (m)
地点1	5.26	1.98
地点2	5.34	2.10
地点3	5.40	2.00
地点4	5.40	2.08
地点5	5.44	2.04

表2 各点のx方向及びy方向の移動距離の比

	x方向の比	y方向の比
地点1	0.853	0.027
地点2	0.975	0.026
地点3	0.775	0.027
地点4	1.118	0.009
地点5	1.008	0.001

5 おわりに

本研究は、浅水理論による数値計算の適用性を検討するため、防波堤周辺における津波の挙動に関する水理実験を実施し、水理実験の結果と計算結果を比較検討した。これにより、波の進行方向の移動についておおむね一致が見られたが、波の進行方向に直交する方向への移動については、数値計算により再現することは出来なかった。ピンポン球を対象とした結果であるため、今後木材や船舶の検討が残される。

参考文献

- 1) 後藤智明・佐々木順次・首藤伸夫（1982）：津波による流木の流動、海岸工学論文集、P491～495
- 2) 小林英一・越村俊一・久保雅義：津波による船舶の漂流に関する基礎研究、関西造船学会 2004 年度 秋季講演会 P9～12
- 3) 藤井直樹・大森政則・高尾誠・大谷英夫：津波による湾内流況の数値計算、海岸工学論文集 P291～295(1997)