

透過性構造物周辺の流れ場の特性に関する考察

名古屋大学大学院 正会員 水谷 法美
 名古屋大学大学院 学生員 ○ 平野 善弘
 名古屋大学工学部 学生員 清水 秀行
 名古屋大学大学院 フェロー 岩田好一朗

1. はじめに：

近年、海岸・港湾構造物に対して、その波浪制御機能だけでなくさまざまな付加価値が要求されるようになってきている。親水性機能を有する防波堤もその一例といえる。しかし、港湾域のような防波堤に囲まれた半閉鎖性水域は、水質循環が悪く、水質悪化が深刻化している。したがって、最近では、水質改善機能を付加することを目的としてさまざまな海水交換機能を有する防波堤の開発が行われている（例えば、森田・出口，1999；川嶋ら，1999）。これらは外界水と内湾水の交換を行うことで内湾域の富栄養化した水を希釈することを目的としており、したがって、港外側から港内側への効率的な定常流を生起させることが主として研究されている。一方、構造物に透水性を持たせ、その透水域に礫を充填し、礫表面に付着する生物作用により水質そのものの改善を行うことも有効な水質改善手法であると考えられ、波浪制御機能にそのような水質浄化機能という付加機能を有する複合機能型波浪制御構造物の開発は工学上重要であると考えられる。

礫間浄化機能を有する透過性構造物の浄化効率は、構造物内部における水粒子の滞留時間や構造物内部への流入量などにより影響される。したがって、構造物内部の水粒子の挙動を把握することが基本的に重要である。著者らは二次元の透水性構造物内部の水粒子の挙動について考察しているが（水谷ら，1999），防波堤のように開口部からの流れなど構造物外部からの背後への流入水とのバランスも含めて透水層内の流入量を議論しておく必要がある。

本研究では、平面波浪水槽内に有限な大きさの透水性を有する構造物を設置し、構造物周辺の流れ場をオイラー的・ラグランジュ的に計測し、構造物内外の流れ場について考究するものである。

2. 水理実験：

実験を名古屋大学の平面波浪水槽（長さ 27m，有効幅 8m，深さ 0.8m）で行った。水槽の一端にはピストン型造波装置が、他端には勾配 1/10 の消波斜面が設置されている。この水槽内に、アングル鋼材と金網でできた金属フレームに直径 30mm のガラス球を充填した透水性防波堤を設置した（図-1 参照）。なお、防波堤の長さを 3m，高さを 0.5m で一定とし、堤幅を 0.5m と 0.36m の 2 種類変化させた。

作用波はいずれも規則波とし、その周期 T を 1.0s，1.4s の 2 種類，波高 H を 5.0cm，7.0cm，9.0cm の 3 種類変化させた。それぞれの入射波に対し、構造物周辺の波高分布と平均流を測定した。また、構造物近傍では電磁流速計によるオイラー流速の計測も同時に行った。なお、波高分布は、電気容量式波高計を使って図-2 に示す透過性構造物の半断面を含む 3m×5m の範

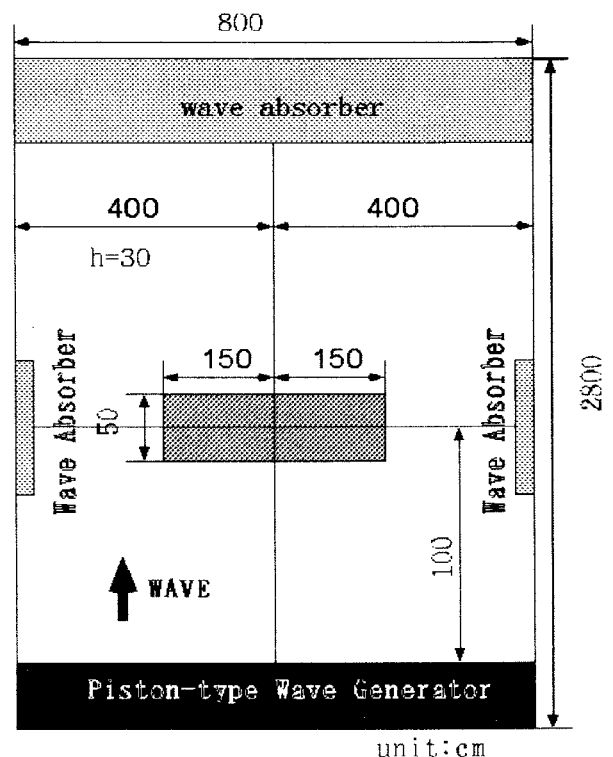


図-1 実験水槽の概要（堤幅 0.5m の場合）

囲で 0.5m 間隔（構造物近傍では 0.25m 間隔）の格子点上で水位変動を計測し、求めた。計測は 5 本の電気容量式波高計をセットにしたものを使用して繰り返し行ったが、いずれの計測も静水状態から造波を開始し、その後水槽内が定常状態に達した後の約 20 周期に対して行った。なお、造波板から 3.9m 及び 4.35m の位置にもそれぞれ水位計を固定して設置し、別途行った実験の位相あわせに使用するとともに構造物からの反射率の算定に使用した。

構造物周辺の流れ場は、フロートを浮かべてその動きを追跡して求めた。フロートは図-3 に示すように、下端にプラスチックシートで作製した十字型の流水板（40mm×20mm の長方形）を有する浮きの上端に着色したプラスチック円盤（直径 30mm）を付けたものを作製し、使用した。流水板の位置は水面から 5cm、10cm、15cm、20cm となるよう 4 種類のフロートを複数個ずつ作製した。波が定常状態に至った後、3m×4m の範囲に 0.5m 間隔で水槽内に投入した。このフロートの移動状況を水槽上方から 8mm ビデオによって撮影し、その映像をパソコンに画像データとして取り込んだ。そして、フロートを追跡することによりラグランジュ流速を求めた。さらに、透過性構造物の前後からそれぞれ 0.1m の地点のオイラー流速を電磁流速計によって数十点ずつ測定した。

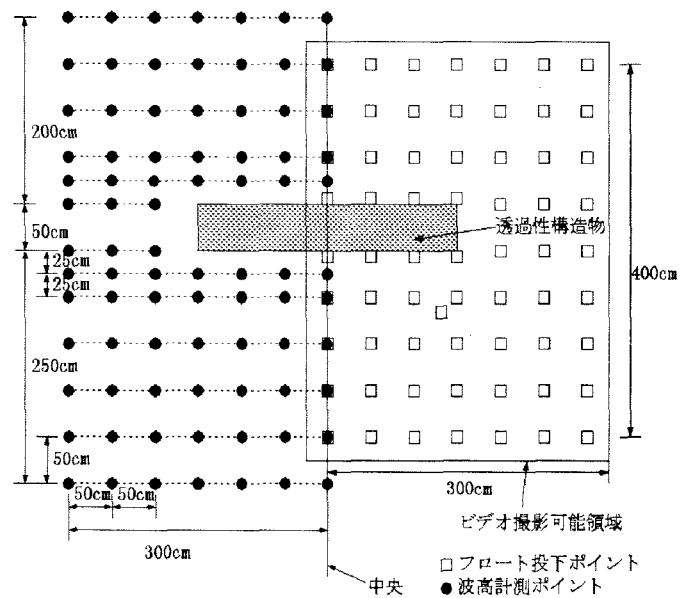


図-2 水位の計測点とフロート投入点

3. 結果と考察：

本研究で使用した防波堤模型は、水槽の有効幅の関係で 3m と非常に短く、防波堤前面の波高分布は防波堤の有限長の影響が現れていた。すなわち、防波堤中心から側方にかけて波高は小さくなる傾向がある。一方、背後は回折波の干渉で必ずしも波高分布は一定でなく、したがって防波堤内では構造物の前後方向に圧力水頭差が生じ、さらにそれは三次元的に複雑に変化していることが容易に予想される。したがって、防波堤内部の透水域内の流れはかなり複雑な場になっていると考えられる。本原稿の作成時は実験結果の解析を行っている段階であり、流れ場と波動場の関係は明確にはなっていないため、解析結果の詳細は講演時に報告する。

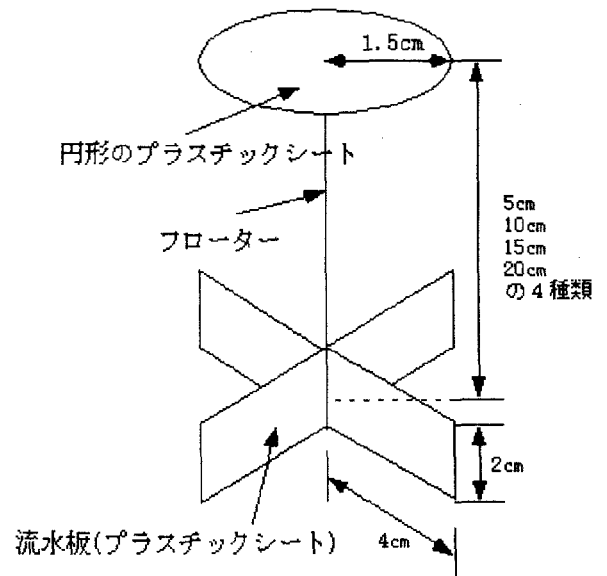


図-3 フロートの概要

参考文献

- 森田修二・出口一郎（1999）：スロープ水路を有する透過性防波堤に関する研究，海岸工学論文集，第 46 巻，pp.1101-1105.
- 川嶋直人・中村昭男・早瀬松一（1999）：潮位変動を考慮した海水交換型防波堤の開発，海洋開発論文集，第 15 巻，pp.427-432.
- 水谷法美・Ayman M. Mostafa・高橋大介・平野善弘・岩田好一朗(1999)：波による透水性構造物内部の水粒子の挙動に関する一考察，土木学会中部支部平成十年度研究発表会講演概要集，pp.139-140