

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

名古屋大学大学院 正会員 水谷法美 正会員 AymanM.Mostafa
 名古屋大学大学院 学生員 高橋大介 フェロー 岩田好一朗
 名古屋大学工学部 学生員 平野 善弘

1.はじめに：海岸構造物に海水浄化機能などの付加価値を与えることは、沿岸環境面での寄与が大きい。特に、透過性ケーソン内に礫を満たし、礫間浄化機能を持たせることは実現性も高い。このような機能を充分発揮させるためには、透水性構造物内の水粒子の挙動を十分に把握しておく必要がある。本研究では、波動場中の透水性構造物内の水粒子の挙動の可視化実験と数値解析の両面から透水性構造物内の水粒子の挙動を考究するとともに、その挙動を支配する物理要因について検討を加える。

2.水理実験：片面ガラス張り 2 次元鋼製造波水槽(長さ 30m, 幅 0.7m, 高さ 0.95m)内に先端部に 1/5 の勾配を持つ高さ 19cm の木製水平床を設置し、その上に種々の透水型構造物模型(幅 36cm, 高さ 80cm)を設置し、水理実験を行った。対象とした透水性構造物は、内部に自由水面を有する構造物Ⅰ(図 2-1)と上部に木製の不透過部を取り付けた構造物Ⅱ(図 2-2)の 2 種類である。二次元の場を想定し、いずれも水平に規則配置した複数の塩化ビニルパイプで模型を作成した。塩ビパイプは、1 枚の透明アクリル板と 3 枚の塩化ビニル板(80cm×36cm)に設けた穴を通して固定した(図 2-1, 2-2)。この際、パイプの直径と空隙率を表 1 に示すように 5 種類(A～E)変化させ、計 10 種類の構造物を使用した。

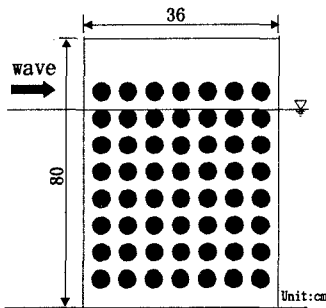


図 2-1 構造物Ⅰ

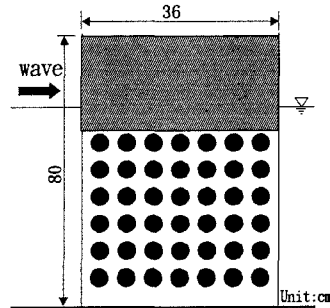


図 2-2 構造物Ⅱ

表 1 透水性構造物の条件

	Type-A	Type-B	Type-C	Type-D	Type-E
直径(mm)	32	22	32	22	32
間隙率 m	0.78	0.78	0.55	0.55	0.41

入射波は、いずれの構造物の場合もすべて規則波とし、周期 T を 1.4, 1.8 秒の 2 種類、波高を 5.0, 6.0, 7.0cm の 3 種類変化させた。なお、静水深 h は、30cm で一定に保った。すべての実験条件に対し、構造物前面での水位変動 η とトレーサー（ナイロン 12, 比重 1.02）の挙動を同時に計測した。なお、トレーサーの挙動は、8mm ビデオで撮影し、その映像をパソコンに画像データとして取り込んで解析した。

3.数値解析：実験結果をより詳細に議論するため、BEM-FEM モデル¹⁾を使って透水性構造物内部の流速場の数値解析を行った。数値解析は、構造物Ⅱを対象とし、FEM の格子上的オイラー流速を計算した。さらにこの流速を使って水粒子の軌跡を計算した。

4.結果およびその考察：図 3 に構造物Ⅰの場合のトレーサーの軌跡の実験結果を例示する。波高および周期

が増加するとともにトレーサーの net の移動が大きくなる傾向がある。図示していないが、間隙率が大きいと楕円軌道を描きながら移動するが、空隙率が小さくなるとパイプの存在により楕円軌道から直線的な軌道になる傾向が認められ、さらに、パイプの径が小さい程その傾向は強くなるようである。

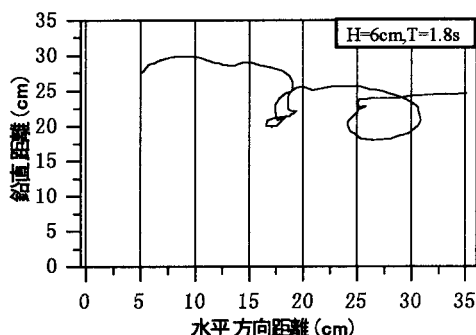


図 3-1 実験値(Type-A,2.5 周期)

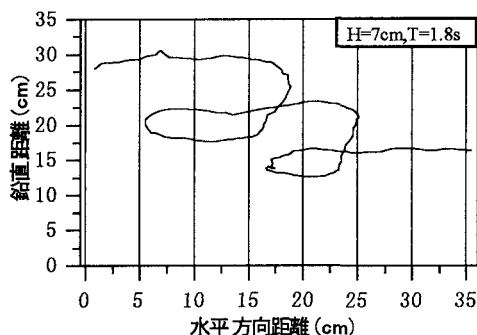
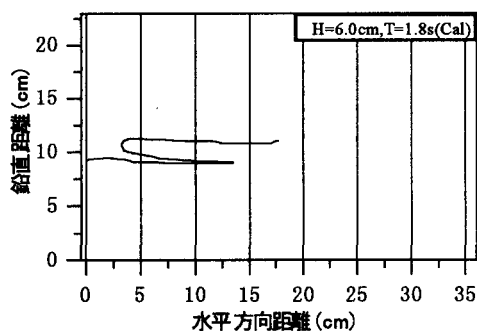


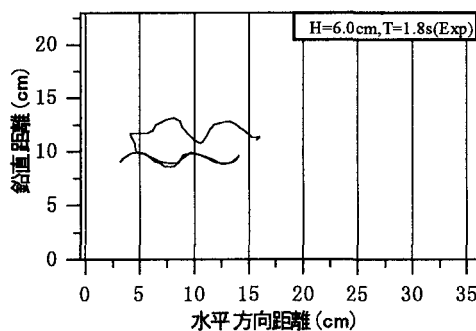
図 3-2 実験値(Type-A,2.5 周期)

構造物Ⅱの場合、自由水面がないため、構造物内では水平流速が卓越し、楕円軌道を描くことなく直線的な運動が支配的となる。間隙率が小さくなるほど岸向きの net の移動距離は減少する傾向が認められた。

図 4 に水粒子の軌跡の実験結果と数値解析結果の比較例を示す。ただし、定常状態に達した後の 1.5 周期分の比較である。実験結果より、水粒子はパイプに沿って移動することがわかる。一方、計算は均質な透水性媒体を対象に行われているため、計算結果にパイプの存在は陽的には現れない。そのため、計算結果にはパイプの存在による局所的な移動は認められない。しかし、1.5 周期後の水粒子の位置の計算結果は実験値を妥当に再現しているといえる。したがって、均質な媒体を使った数値解析により、水粒子の挙動をほぼ妥当に再現可能と判断できる。



(a) 計算結果



(b) 実験結果

図 4 水粒子の軌跡の比較例 (構造物Ⅱ, Type-E)

5.おわりに：本研究では、波動場中の透水性構造物内の水粒子の挙動について水理実験と数値解析の結果に基づいて議論した。本論では定性的な議論にとどまっているが、水粒子の挙動に対する支配物理量や定量的な特性については、講演時に発表する。

[参考文献]1)水谷法美・Ayman M.Mostafa(1997):波の非線形性を考慮した混成堤基礎地盤の波浪応答に関する研究, 海岸工学論文集, 第 44 巻, pp926-930.