

II-603

波動場に設置された有孔半球型底設魚礁近傍の流れ特性に関する実験的研究

西松建設(株) 正会員 〇水野 晋 正会員 多田彰秀
西松建設(株) 正会員 西田秀紀 正会員 西平福宏

1. まえがき； 米国の“IGL00”(an Doren Industries, Inc.)やわが国のタートルブロック(総合コンクリートブロック開発工業株式会社)等は、前報¹⁾で提案した有孔半球型底設魚礁(以下、有孔半球体と呼ぶ。図-1参照)と同種のものであるが、両者ともに半球体の最大直径は2~4m程度の小型ブロックである。一方、ここで対象としている有孔半球体の直径は5~15m程度であり、両者より比較的大きな海洋構造物であると断言できる。さらに、有孔半球体では隔壁板の導入によって半球体内部を4つの空隙部に分割していることも、IGL00およびタートルブロックとは大きく相違する点である。

本研究では、実用化のための基礎資料を収集する目的で、蛍光染料を用いた可視化実験により波動場に設置された有孔半球体近傍の流れ特性を検討する。すなわち、先ず代表波の一周期間内で半球体の孔から吹き出る染料の定性的な挙動を考察する。ついで、隔壁板の有無あるいは孔径比(e/D)の大小が有孔半球体頂部からの染料の吹き出し高さ(h_{max})および水平移動距離(L_N)に及ぼす影響について定量的に検討する。最後に、側面の孔から沖側に吹き出る染料の水平移動距離(L_F)とK.C.数($=u_m T/D$)との関係関係についても考察を加えている。なお、魚礁周辺部の流れ特性を把握することは、魚類の増集に関係する水塊混合や滞留効果の有無を判断する上で極めて重要なことである。

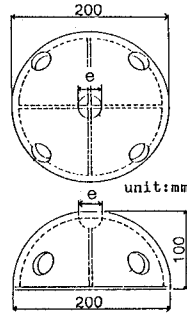


図-1 有孔半球体

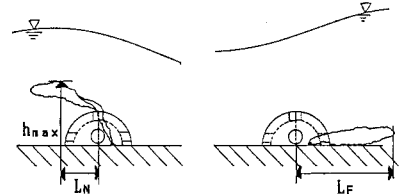


図-2 可視化実験の模式図

表-1 実験条件($D=20\text{cm}$)

h/D	2
e/D	0.3, 0.25, 0.2, 0.15
h/gT^2	0.028 ~ 0.005
$u_m T/D$	3.60 ~ 0.68

2. 可視化実験の概要； 実験は、弊社技術研究所の二次元水槽(長さ65m×幅1m×高さ1.6m)において、図-2に示すように有孔半球体内部に内径1mmのビニールパイプで蛍光染料(フルオレセインナトリウム)の吹き出し口を設け、造波時に染料を流して可視化を行った。実験条件は、表-1に示すように有孔半球体(球径 $D=20\text{cm}$)の孔径 e を4種類、規則波の周期 T を5種類、波高 H を2種類変化させた。さらに、隔壁板を取り除いたケースについても同様な実験を行った。また、可視化実験の結果についてはすべて目視観察を行うとともに、ビデオカメラでその状況を撮影した。なお、静水深 h は40cm一定とした。

3. 実験結果および考察； (1) 染料の定性的な挙動： 図-3(1)~(4)は、 $T=2.8\text{sec}$ 、 $H=9.0\text{ cm}$ の造波条件下で、一周期間に有孔半球体の頂部および側面の孔($e/D=0.15$)から吹き出る染料の挙動を、 $T/4\text{sec}$ ごとにビデオテープからスケッチしたものである。図中には、各時間に対応する水面の波形も描かれている。なお、ここでの波は図の右側から左側へ進行する規則波である。したがって、有孔半球体の左を岸側、右を沖側と以下では呼んでいる。鉛直上向きの水粒子の流速成分が出現すると、図-3(1)のように半球体頂部の孔より染料がほぼ真上に吹き出る。その後、水平方向の流速成分が反転し岸側方向に増大すると、染料の先端は岸側上部に向かって移動する。図-3(2)は、半球体頂部を波の峰が通過した時のスケッチであり、水粒子の水平流速は最大となると、その後、波進行方向で流速ベクトルが鉛直下向きになると、染料は半球体に沿って移動し、半球体下端付近まで広がっていく。水平方向の流速成分が沖向きに反転を開始する図-3(3)では、新たに半球体の頂部および沖側側面の孔から染料が吹き出し、水面変動に伴って沖向きの水平流速が増大する。また、それ

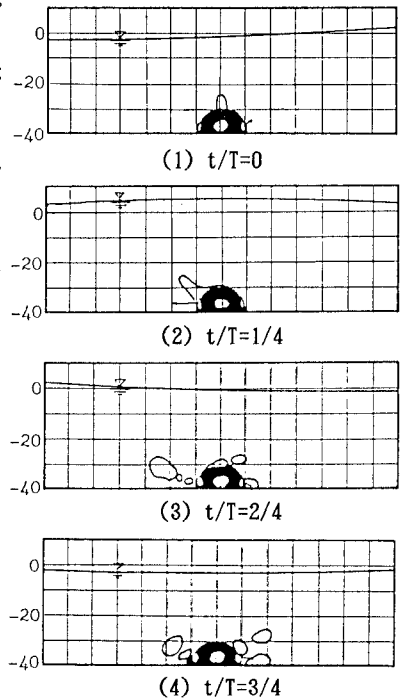


図-3 吹き出し染料の挙動

に伴って染料はそれぞれ沖側の斜め上方および水路床に向かってひろがっていく。一方、岸側の染料は全体的に薄まりながら落下し、反転流速に乗って半球体近傍へ押し戻される傾向にある。また、半球体上を波の谷が通過する図-3(4)では、沖向きの水平流速成分が最大、鉛直流速成分がほぼ0となるために、側面の孔から出た染料は水路床に沿って舌状に沖側へひろがっていく。以上が、代表波の一周期間内に孔半球体近傍で目視観察される染料の挙動である。特に、図-3(2), (4)より染料

の移動形態は、染料が頂部の孔から吹き出した時の波の位相に依存して異なることが確認される(図-2参照)。さらに、図-4は、図-3(4)の状態から4~5波ほど波が通過した後の染料のひろがりを示している。岸側では水路床に沿った細長い分布となっている。一方、沖側では巻上がりによって鉛直方向に卓越した分布となっていることが確認される。

(2) 染料の吹き出し高さ h_{max} および水平移動距離 L_N :

図-2に示されている h_{max} および L_N の値については、ビデオテープのコマ送りから目視によって読み取られた。それらの結果をK.C.数でまとめたものが、図-5および図-6である。前図には、隔壁板の有無並びに孔径比 e/D がパラメータとして採用されている。この図から、 h_{max}/D の値はK.C.数および e/D の値に係わらずほぼ一定値となっていることが確認される。さらに、本研究で対象としている隔壁板を有する有孔半球体での h_{max}/D 値($=0.8\sim0.9$)は、隔壁板の無い場合より約2~3倍大きくなっている。これは、隔壁板の導入が有孔半球体間隙部の水塊を頂部の孔から外部へ吹き出させる場合に極めて有効な方法であることを示唆している。また、これに伴って有効半球体頂部近傍では水塊の混合も活発に生じているものと推測される。なお、目視観察から、孔径比 e/D が大きい程、頂部から吹き出る染料(水塊)の量も多くなっていることが認められる。

一方、後図(図-6)には有孔半球体頂部からの吹き出しに伴う染料の水平移動距離 L_N とK.C.数との関係が示されている。図より、 L_N/D の値はばらつきが大きいものの、孔径比 e/D ごとにほぼ一定値となっている。

(3) 染料の沖側水平移動距離 L_F : 側面の孔から沖側に吹き出す染料の水平移動距離 L_F とK.C.数との関係を図-7に示す。 L_F/D の値は、K.C.数の増加とともに正比例して増大している。ここでも、孔径比 e/D による L_F/D の相違はほとんど認められないが、 e/D が大きい程吹き出し量も多いことが目視観察よりわかっている。なお、このような水路床に沿った流れ特性を有効に利用すれば、魚類の餌となるプランクトンなどを有孔半球体周辺部に滞留させることも可能である。

4. あとがき ; 今回の可視化実験に基づけば、隔壁板を有する有孔半球型底設では、半球体中心からその直径 D の1.0~1.5倍程度の領域内では活発な吹き出し効果が認められており、魚類の餌集に関連のある水塊混合の効果が十分に期待できるものと予想される。また、沖側の側面近傍に現れる水路床に沿った流れが、魚類の餌となるプランクトン等を滞留させ得る効果を有するかどうか、今後とも複数個の有孔半球体の配置をも含めて検討していく必要がある。

《参考文献》

- 1) 西平福宏, 湊 康裕, 水野 晋, 多田彰秀; 流れ場に設置された半球体の水理特性に関する二, 三の考察 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集, 第2部, pp. 804~805, 1991.

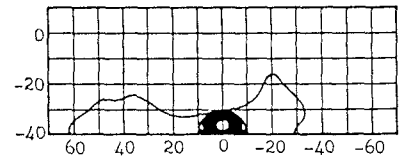


図-4 染料のひろがり(4~5波後)

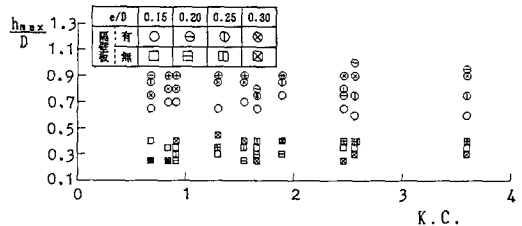


図-5 h_{max}/D とK.C.数との関係

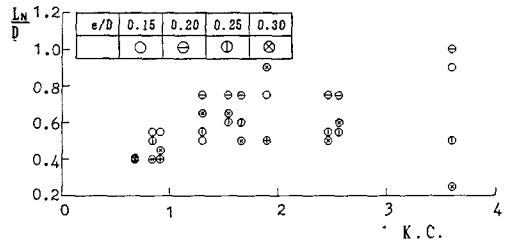


図-6 L_N/D とK.C.数との関係

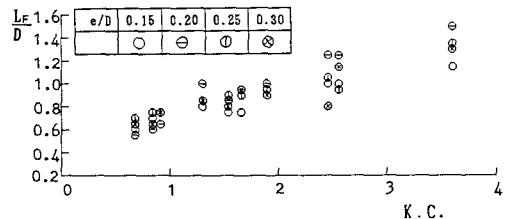


図-7 L_F/D とK.C.数との関係