

越波の性質に関する一考察

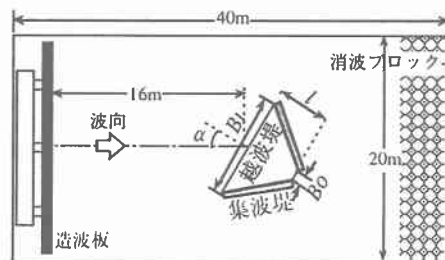
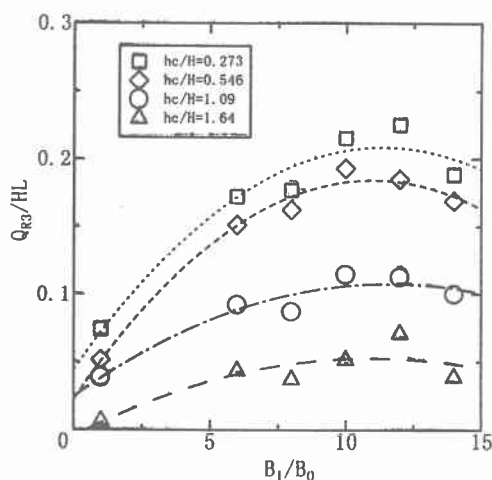
山口大学工学部 正員○羽田野袈裟義 加藤 辰男
延岡市 桑原 純 海洋開発技術研究所 城野 清治

1. はじめに

油など水面に浮遊する汚染物を除去する方法を確立することが強く望まれている。本研究では、この一つの方法として、放射状に集波壁を配置し、頂部に開口部を持つ浮体容器を水面に浮かべ、波の作用を利用して越波により海面上の浮遊物を回収・除去することを考え、基礎的な実験を行った。また、越波に関する既往の研究結果を再整理し、その適用を試みた。

2. 既往の実験データの再整理

ここでは上記の浮遊容器の越波量評価への適用を考慮し、岡田¹⁾の結果を検討する。図1に概念図を示す。なお、越波堤は全幅4mを25等分してその各区間に図のような集波堤を設置している。岡田は長さ40m、幅20m、水深 $h=0.5$ mの平面造波水槽で、周期 $T=1.3$ 秒、波長 $L=2.31$ m、波高 $H=0.048\sim0.12$ m、天端高 hc とし、 $hc/H=0.27\sim1.64$ 、相対集波堤長 $l/L=0.114\sim0.526$ 、傾斜角 $\theta=30$ 度、集波堤の出口幅 $B_o=0.053\sim0.243$ m、集波比 $B_1/B_o=1\sim14$ の条件で入射角 $\alpha=0$ 度の場合を検討している。また、 $\alpha=0, 15, 30, 45, 60$ 度について、上と同様の範囲の実験を行っている。造波水槽で反射波の影響が出る前の間で越波体積を測定している。越波量 $Q_{R3}(\text{cm}^2/\text{波})$ は、越波体積をサイクル数と越波出口幅 B_o で除して求めている。これを同一条件で3~5回繰り返して求めている。図2は、 $\alpha=0$ 度の場合の無次元越波量 Q_{R3}/HL を集波比 B_1/B_o に対してプロットしたものの一例である。 $Q_{R3}/HL \sim B_1/B_o$ の関係は、上に凸の形となり、 hc/H に依存するようである。ここでは $Y=Q_{R3}/HL$ 、 $X=B_1/B_o$ として式(1)の2次式による近似を試みた。その結果式(2)、(3)、(4)を得た。
 $Y=A(X-XM)^2+YM$ (1), $A=0.0005hc/H-0.0013$ (2)
 $XM=11.25$ (3), $YM=(4.65H/L+0.117)\exp(-0.914hc/H)$ (4)
 ここで、 YM は $Q_{R3}/HL \sim B_1/B_o$ の関係図の縦軸の極大値で、 XM はその時の横軸の値である。

図1 岡田の越波量実験の概要¹⁾

$H/L=0.0314$, $l/L=0.171$

図2 $Q_{R3}/HL \sim B_1/B_o$ の関係¹⁾

次に、入射角 α を変化させた時の無次元越波量 Q_{R30}/HL の変化を図3に示す。図より入射角 α が増加すると無次元越波量は減少するが、集波比が大きいほど小さな入射角での無次元越波量が大いだが大きな入射角での無次元越波量の低減が著しい。その他のパラメータの影響は顕著に出ていない。そこで $Y=Q_{R30}/HL$ 、 $X=\sin\alpha$ として式(5)を

近似して回帰式(6)を得た。 $Y = Y_0 \cdot \exp(-a(\sin \alpha)^2)$ (5) ここで、 Y_0 はそれぞれの B_1/B_0 、 hc/H の条件での $\alpha = 0$ での Y で、式(1)~(4)の組み合わせで与えられる。また a は次式である。

$$a = (0.1267hc/H - 0.0065)(B_1/B_0 - 4)^2 + 1.563hc/H + 0.441 \quad (6)$$

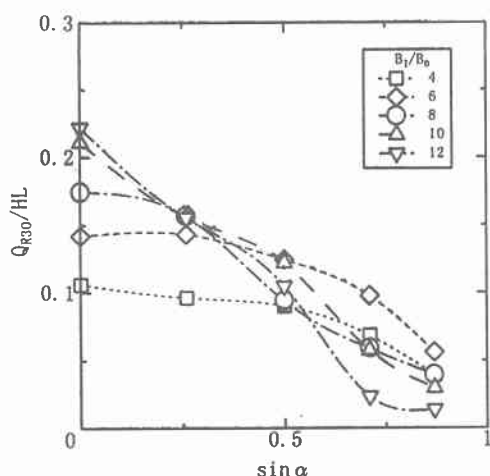


図3 Q_{R30}/HL と $\sin \alpha$ の関係

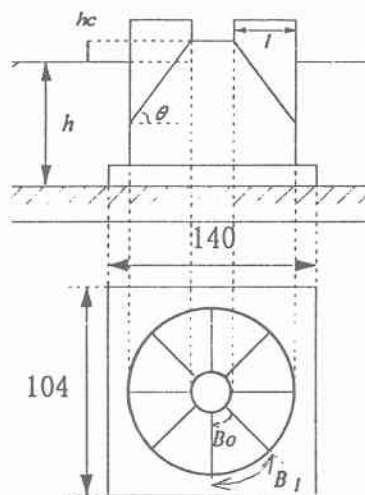


図4 回収装置モデル

3. 集波壁をもつ容器と実験

本研究は既往の越波の研究結果を適用できるように主眼を置いているため、実験では既往の実験と同様にこの集波容器の底部を水底に固定した状態で実験を行った。実験は、(株)海洋開発技術研究所の平面造波水槽で行った。水槽は、長さ25m、幅15mで、実験は水深0.86mで行った。

実験に用いた容器は、図4のように、下部が円筒、上部が円錐台で、円錐台の頂部は開口であり、開口の縁は平均水面より hc だけ高い。円錐台斜面には鉛直の集波壁を放射状に設置している。この容器を水面に浮かべると、波の作用により浮遊物を含む水が上部の開口から容器に取り込まれたのち、水だけが容器底部から流出するようなくみである。容器の諸元は、

円筒の内径100cm、開口部直径20cm、円筒部有効高さ30cm、円錐台部分の高さ50cm、傾斜角51.34度、集波壁の開角度45度である。実験では、岡田と同様に、反射波の影響を除去し、各条件で3回繰り返して平均を求めた。周期、 hc/H 、 H/L などは岡田と同程度とした。図5は式(1)~(6)を組み合わせて求めた越波体積の計算と実験値の関係を示す。周期1.5秒の結果はほぼ一致している。傾斜角がかなり異なることを考えると予想外の一致である。周期2秒では、水面波のため容器が揺動したようでありその影響が出ていることも考えられる。

参考文献：岡田知也：越波を利用した波浪エネルギー獲得技術の開発と水質改善、九大学位論文、1998。

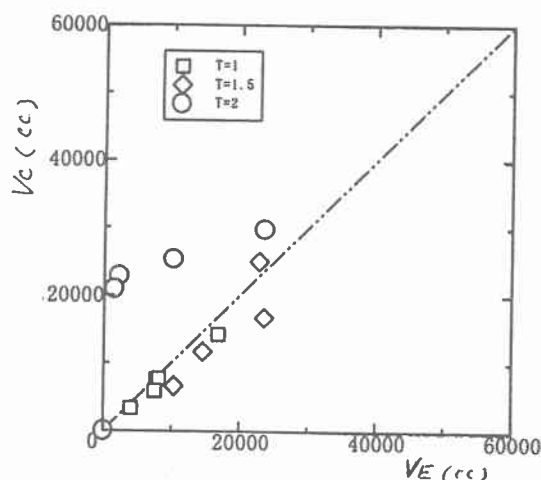


図5 回帰式の本実験への適用結果