

II-271 孤立波の碎波後の流動の可視化実験

東北大学大学院 学生員○神尾成也
東北大学工学部 正 員 真野 明

1, はじめに

波が海浜に近づき碎波した後の挙動を解明するため、可視化実験を行った。周期波については灘岡が、孤立波については山下らが可視化して解析を進めているが、本研究では側面および底面がガラス張りの水路を用い、3次元的構造を明らかにすべく、実験を行ったのである。

2, 実験装置および実験方法

実験には、図1に示す深さ50cm、長さ17.6m、幅80cmの水路を用いた。気泡の混入領域および水粒子の動きを調べるために、粒径約1mmのポリスチレン粒子を入れた水槽を碎波点から約2mの領域にわたって次の方法によりビデオカメラで撮影した。

(1) 静水面より上部の、水路側面のガラスに赤いセロハンをはり、水路側面から500Wのライトをあて水路底面から撮影した。

(2) 水路側面から、周期30Hzでストロボライトを当て、水路底面から撮影した。

これらの画像を東北大学大型計算機センターで画像処理した。造波板の移動速度、移動距離においては、孤立波の任意の水粒子と水平方向に関して同じ動きをするように、サーボモーターの回転数を制御した。実験条件は、一様水深15cm、のり先波高9cm、碎波水深7cm、碎波波高8.5cmの波で、ほとんどspilling型碎波に近い。また、静水面上で碎波点を原点とし、波の進行方向をx軸、鉛直上方をz軸とし、右手座標系で表した。

3, 実験結果および考察

図2に気泡混入領域のx方向の経時変化を示す。Line1は気泡混入領域の岸側端を表し、Line2は気泡混入領域の沖側端を表す。気泡混入領域の岸側端と沖側端の移動速度は、速くなったり遅くなっている。気泡混入領域の岸側端の移動速度の変化は沖側端のそれにくらべ大きく、その周期はほぼ一定である。また、それにともない気泡混入領域は時間と共にx方向に広がったり狭くなったり繰り返しながら広がっていく。この原因としては次のようなことが考えられる。灘岡らが提唱したように碎波直後1つの横渦ができ、それがその渦の前に新しい横渦を励起し、次々に新しい横渦が生じる。これらの渦はx方向に移流され、沖側のものから次第に消滅していく。これら横渦の存在する時間は、横渦の発生する時間間隔よりも長い。したがって、存在する渦の大きさが等しいとすると、気泡混入領域は大きくなっていくと思われる。

図3と図4は実験方法(1)により撮影したものである。図3において薄白い領域と白い領域と黒い領域がある。薄白い領域は混入した気泡が静水面よりも上に存在する領域である。白い領域は混入した気泡が静水面よりも下に存在する領域である。黒い領域は気泡が存在しない領域である。図4において白い部分は、トレーサーが示す流線を表している。図5は実験方法(2)により撮影したものである。その図において、白い部分は気泡混入領域、および、トレーサーを表している。また図3から図5は、気泡混入領域の岸側端が碎波点から1m以上進んだときの流況を表す。図3は気泡混入領域中の沖側部分、図4は気泡混入領域よりも沖側部分、図5は気泡混入領域中の岸側部分を、それぞれ表している。

碎波直後は気泡が混入している領域は、y方向に関しては一様で、気泡混入領域はある面積を持ったただ1つの領域のように思われる。しかし、碎波点から気泡混入領域の先端が1m以上進行したときは、気泡混入領域の中に、気泡が上から下まで全く気泡が見られない領域が生じてくる。この領域は、気泡混入領域の岸側では、図5に示すように小さく点状になっているが、沖側部分では図3に示すように縞状に大きくなっている。これは、気泡混入領域の厚さと、気泡混入領域中の気泡の濃度分布がx方向にもy方向に

も変化していることによるものと思われる。また、図3において白い領域は、薄白い領域中の、 x 方向に関して中央から沖側にかけて存在する。

砕波直後はトレーサーは y 方向には動かず、気泡混入領域中のトレーサーは、一様に分布している。しかし、波が進行して気泡混入領域の先端が砕波点から1mのところでは、その領域中の x 方向に関して中央部でトレーサーが偏在しそれらが示す流線が蛇行している。そのとき、その場所よりも、岸側の部分および沖側の部分では、トレーサーは偏在することはない。気泡混入領域の岸側では、トレーサーの大半が動く方向は、 x 方向と y 方向の間である。それに対しその領域の沖側では、トレーサーはほとんどが蛇行運動をしながら、図4が示すように次第に集まって x 方向に伸びる縞をなす。

図5が示すように、気泡混入領域の先端の x 座標は砕波直後は一定であるが、波の進行とともに波打つようになり、その後また一定になりこれを繰り返す。これに応じて水面形も y 方向に波うっており、前に述べた気泡混入領域の岸側部分のトレーサーの運動もこれに対応しているものと考えられる。

《参考文献》

- 1) I.A.Svendsen・P.A.Madsen : A Turburent Bore on a Beach, JFM, vol.148, pp.73-96, 1984.
- 2) Kazuya Nadaoka : A Fundamental Study on Shoaling and Velocity Field Structure of Water Waves in Nearshore Zone, 1985.
- 3) 山下 隆男・James R, Tallent・土屋 義人：砕波水平渦の生成機構と移動特性，第35回海岸工学講演論文集，pp.54-58, 1988.

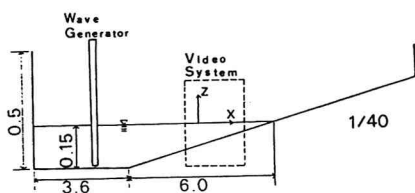


図1 実験水路

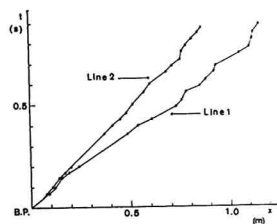


図2 気泡混入領域の経時変化

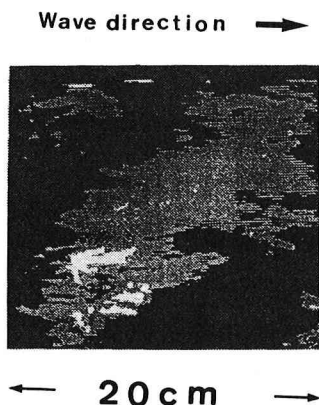


図3 気泡混入領域の分布

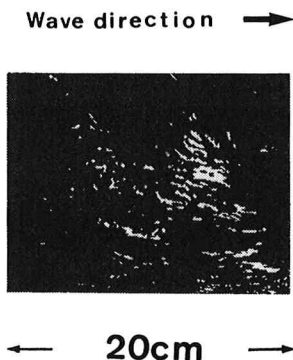


図4 水粒子の動き

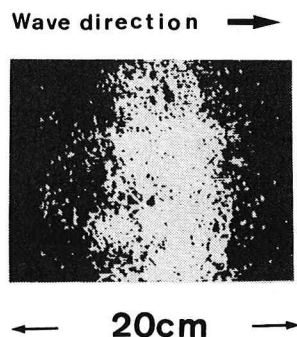


図5 気泡混入領域の分布