

砕波後の運動機構に関する数値解析

京都大学工学部 正 員 酒井哲郎
 (株)間 組 正 員 ○田中秀明
 京都大学大学院 学生員 多田幸夫

1. まえがき 砕波後の波は、峯から飛び出した水塊が前面の水面に突っ込み、トラフ水面から新たな水塊の飛び出しを生ずるとともに、その突っ込み点付近で大規模な水平渦状運動を引き起こすことが知られている。砕波後、峯から飛び出した水塊が前面水面に突入するまでに關しては、ポテンシャル流れの仮定を用いた数値計算がすでに行なわれている（例えば 1））。しかし水塊の突っ込みにより強いシアーが働くため、それ以後はポテンシャル流れの仮定は成り立たなくなってしまう。一方従来の実験では、砕波後の波は多量の気泡を含むため、定量的な解析は不十分である。本研究では、このような変化の激しい、せん断流れの運動の数値シミュレーションに有効であると考えられるMAC法を用い、水平渦状運動を含めて砕波帯内の運動機構の解明を試みている。

2. 計算方法と計算条件 用いた2次元のSMAC法の基礎式は、非圧縮性流体のNavier-Stokesの方程式と連続式である。計算プログラムは、水谷²⁾が改良したSMAC法のプログラム（武本，1981）に若干の改訂、変更を加えたものである。計算の初期値として、滝川ら³⁾の有限要素法による実験水槽内の斜面上での砕波直前の流速および波形の計算データを用いた。そのさい、流速計算を行なった点が粗いため、各セルでの流速値は補間により与えた。斜面勾配の存在を表すため、x軸を底面に平行にとり、x軸方向にも重力を与えている。計算領域（92cm×50cm）は、波の進行にともない、数10ステップの計算終了ごとに岸側にづらしている。以下では、斜面勾配1/20、周期2.5sec、沖波波形勾配0.008、 $\Delta x=1.0$ cm、 $\Delta y=0.5$ cm、 $\Delta t=0.0025$ sec のケース

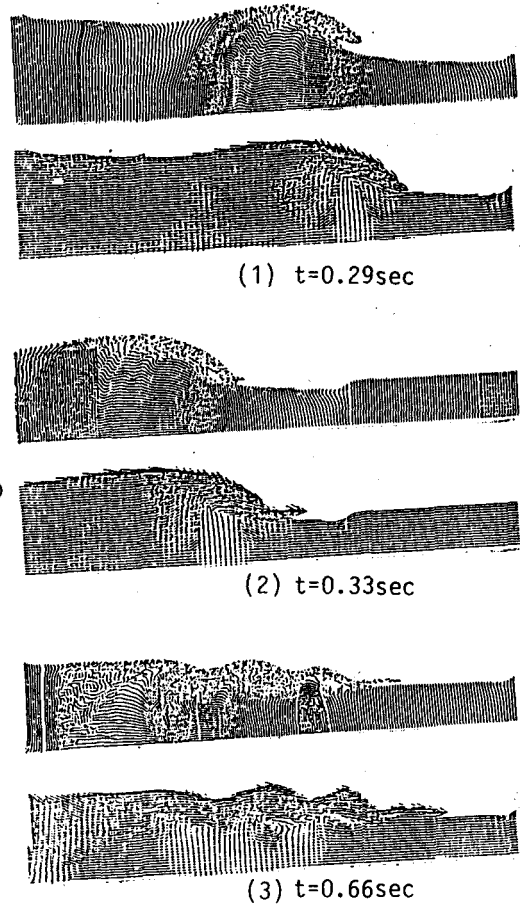


図-1 計算結果

Tetsuo SAKAI, Hideaki TANAKA, Yukio TADA

について議論を行なう。

3. 計算結果 図-1は、上がマーカー図、下が流速ベクトル図である。(1)は計算を始めてから約 0.29sec後のものである。波峯からの水塊の巻き込みが見られる。(2)は0.33 sec 後のもので、水塊が前面のトラフ水面に接触し、第2の水塊の跳ね上がりが始まっている。(3)は 0.66sec後のもので、3回めの突っ込みと跳ね上がりが見られる。また各突っ込み点背後に、計3つの時計回りの回転軸を持つ水平渦状運動が見られる。

4. 考察 x軸方向の水粒子速度を調べてみると、波の前面が垂直になった時の最大水粒子速度は、波の前面の峯のやや下に現れ、峯高 η を考慮した長波の波速 $\sqrt{g(\eta+h)}$ で無次元化すると 1.0となった。その後波の峯から飛び出す水塊の最大流速は、線型長波の波速 $\sqrt{gh}$ で無次元化すると 2.1となった。これらは、水口ら⁴⁾およびJansen⁵⁾の実験結果およびポテンシャル理論による計算結果¹⁾とほぼ一致している。トラフ水面に突入し跳ね上げられた水塊の最大流速は、水塊の先端に現れ、 $\sqrt{g(\eta+h)}$ で無次元化すると 2.2であった。その後一連の突っ込み、跳ね上がりを繰り返すうちに、この最大流速は減少していく。図-2は各水平渦状運動の循環の時間変化である。この渦状運動は、カルマン渦などと異なりいずれも同じ時計回りの回転軸を有している。また、いずれの渦状運動の循環の値も最大で1000~2000 cm^2/s の大きな値を有しているが、時間の経過とともに減少の傾向を見せる。循環のオーダーは異なるものの、この傾向そのものは柴山ら⁶⁾の実験結果と一致している。この研究に当り御助言を頂いた京都大学工学部 岩垣雄一教授(当時、現名誉教授)に謝意を表する。

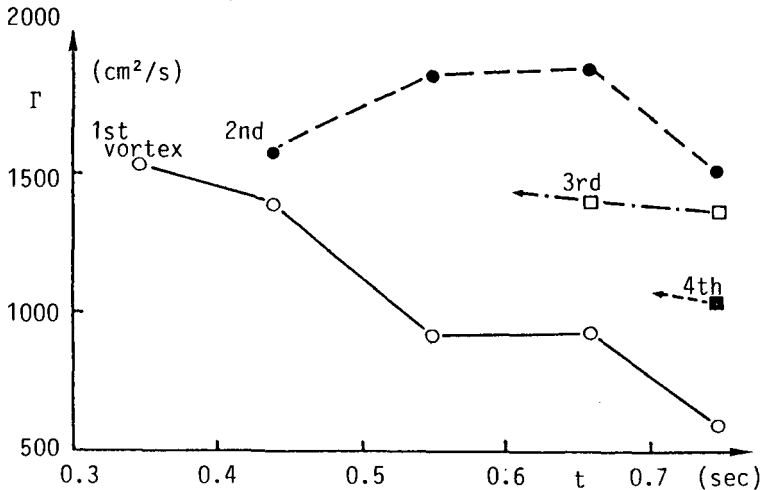


図-2 水平渦状運動の循環の時間的变化

5. 参考文献 1) New et al., J. of Fluid Mech., Vol. 150, 1985, 2) 水谷, 京都大学大学院修士論文, 1986. 3) 滝川ら, 第30回海講, 1983, 4) 水口ら, 第32回海講, 1985, 5) Jansen, J. of Coastal Eng., Vol. 9, 1986, 6) 柴山ら, 第28回海講, 1981.