

足利工業大学大学院 学生員 ○千田勝幸

足利工業大学工学部 正 員 長尾昌朋

足利工業大学工学部 正 員 新井信一

1. はじめに

砕波帯内では、流体が急激かつ複雑な運動しているため、流体運動の内部構造を正確に把握されていないのが現状である。昨年までの研究で我々は、可視化手法を用いた実験により、孤立波の砕波時の波形や流速分布を詳細に解明することができた。しかし、砕波帯の流体運動を多様な条件において全て実験で解明することは困難であるため、数値的な再現が必要とされる。2次元鉛直断面で砕波を再現する場合、計算量を考えると、水面のみの値を用いて2次元計算できるBIM法が有効であるが、突出部が前方へ突入すると原理的に計算が不可能になる。そのため、砕波の突入まで考慮すると、流体の基礎方程式を直接数値計算する必要がある。近年の計算機・計算手法の発展で直接数値計算法を砕波帯に適用した研究が多く行われるようになった。

そこで本研究では、このような直接数値計算法の一つで、自由水面の取り扱いも可能としたSOLA-VOF法を用いた数値解析を行い、孤立波の再現を試みた。最終的には、砕波帯で起こっている流体運動の再現を試みる。

2. 計算手法

本計算手法で用いた基礎方程式は、連続の方程式とNavier-Stokesの運動方程式である。これらの方程式を、SOLA法を用いて数値計算する。また、水面の取り扱いには計算格子内の流体の占有率を表すF関数を用いた。計算領域は、200cm×15cmの鉛直断面である。これを100×30の格子に分割した。

初期条件は、水深10cm、波高2cmの孤立波とし、水位と流速分布を1次近似式で与えた。図-1(a)に計算全領域と初期条件として与えた孤立波を示す。 $\Delta t=1/2000s$ とし、0.1秒間の孤立波の挙動を再現する。

3. 計算結果

図-1(b)に、図-1(a)の中心部分を拡大したものを示す。図中の太線は $F=0.5$ の水面を表している。細線は圧力の等値線で、圧力水頭に換算して1cm間隔である。また、ベクトルは流速を表している。水面に凸凹が存在するのは、Fを正確に与えていないためである。SOLA法を用いると、次時刻で連続の方程式が満たされるように、現在の圧力が修正されるが、初期値として与えた孤立波の近似次数が小さいことが、圧力が正しく計算されていない原因と考えられる。

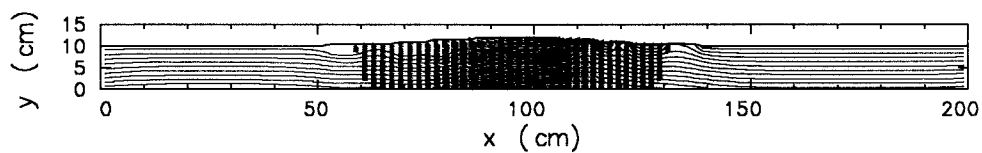
図-2には、0.1秒後の孤立波を示す。初期値での不正確さは計算が進むにつれて修正され、孤立波として正しく進んでいると考えられる。

4. 今後の展望

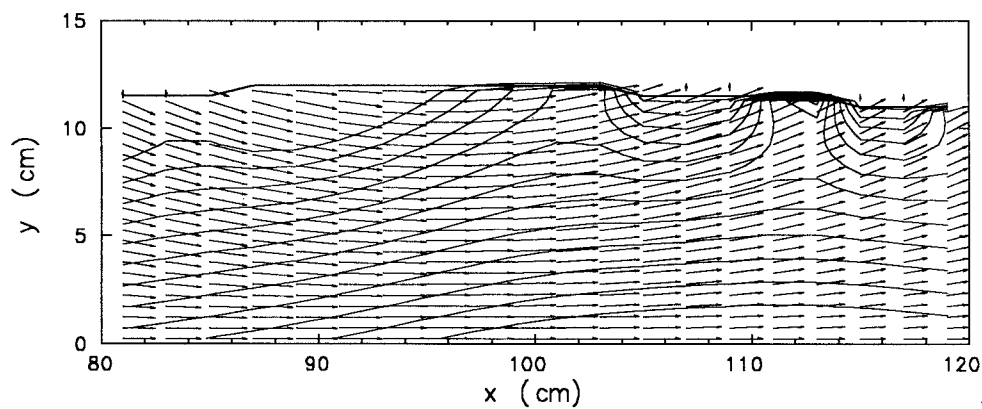
現状の計算方法では、水面の取り扱いにやや不正確な部分がある。また、初期値としての孤立波をもっと正確に与えなければならない。今後は、これらの点を改良し、斜面上での孤立波の変形を再現する。

Keywords: 孤立波、VOF法、砕波

連絡先: 〒326-8558 栃木県足利市大前町268, Tel: 0284-62-0605, Fax: 0284-64-1061

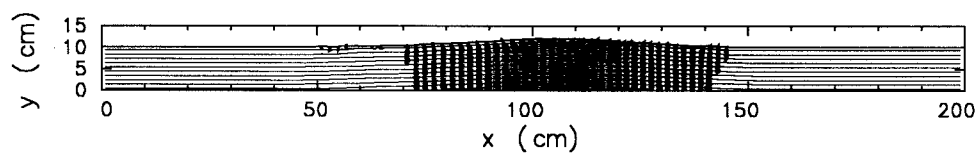


(a) 全領域

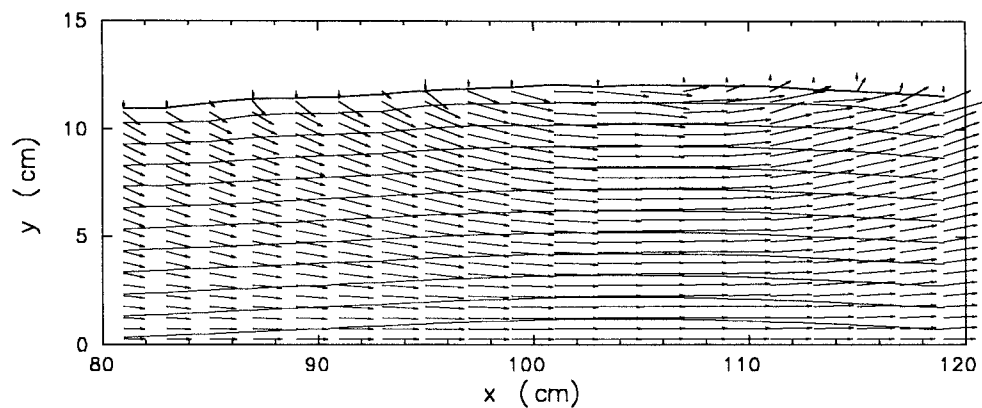


(b) 中央部分の拡大

図-1 $t=0.0s$



(a) 全領域



(b) 中央部分の拡大

図-2 $t=0.1s$