II-461　潜堤上の波の変形に関する数値解析

防衛大学校土木工学教室　正会員○正村 憲史
〃　正会員　藤間 功司
〃　正会員　林 建二郎
〃　正会員　重村 利幸

１．はじめに

海岸構造物の設計では、水理模型実験等によりその効果が検証されている。しかし、現地規模の実験は非常に困難であるので、数値計算により実験の代用ができれば有用である。著者ら[1)]はすでに、ＭＡＣ法の一種であるＳＯＬＡ－ＶＯＦ法を改良してダム破壊流れの計算を試み、砕波が計算可能であることを示している。そこでここでは次のステップとして、潜堤による波の変形の計算を行い、連続的な砕波を含んだ数値実験の可能性について検討する。ただし現段階では乱流モデルが入っていないため、エネルギー減衰を正確に評価することはできないと考えられるが、周期的な現象を安定に計算できるか否かに注目する。また格子間隔を変えて数値計算を行い、数値計算と同諸元にて行った実験結果と比較して精度の検討を行う。

２．計算方法及び計算条件

計算条件を図１に示す。支配方程式は Eulerの運動方程式と連続の式で、各時間ステップで支配方程式が満たされるよう繰り返し計算が行われる。水表面の移動には、文献1)と同様マーカー等を用いず水表面近傍で積分された連続の式を使用している。水表面セル近傍で局所的に積分された連続の式の差分式は次式のようになる。

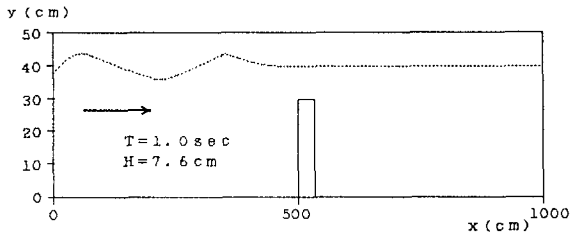

図１　計算条件

$$\frac{\Delta\eta}{\Delta t}=\frac{(QLT+QLM+QLB)-(QRT+QRM+QRB)+QB}{\Delta x^{*}}$$

ただし、格子の方向のうち、勾配の緩く見える方向をx^*とした便宜的な座標を（x^*-y^*）としている。ここに、ＱＬＴ等は図２に示される箇所での流量である。計算領域は長さ10m で、5mの地点に幅30cm、高さ30cmの潜堤を設置した。計算領域左端においてはピストン型の造波境界条件で周期1.0秒、波高7.6cmを課した。計算領域右端は直立壁としている。格子間隔は$\Delta x=1$、２、５cm、$\Delta y=1$cmとした。ただし、計算は静水深ｈ（４０ｃｍ）と重力加速度ｇで無次元化して行い、また計算は無次元時間で$t\sqrt{g/h}=80$（有次元で約16秒）まで行った。この時間は、造波した第１波が計算領域右端で反射して左端の造波板まで戻ってくる時間に対応している。実験条件も数値計算のものと同様であり、波形をサーボ式波高計を用いて計測した。

３．結論

図３～５に計算値と実験値を比較した図を示す。ただし、図中の波形は１／５周期ごと10cmづつずらして描いてある。計算の格子間隔として、$\Delta x=1,2,5$ cmとしたが、これらの図より、格子が粗いと実験に比べ滑らかな波形になり、格子が細かいほど波形の細部まで精度良く計算できていることがわかる。特に$\Delta x=$1cm をとると砕波位置や砕波時の波形などもかなり精度がよくなる。これにより、この数値計算が数値実験として供し得ると判断できる。しかし、潜堤背後の砕波領域を除けば$\Delta x=5$cm の計算も、$\Delta x=1$cm の計算と顕著な差はみられない。計算速度は、格子数が増えるとその比率以上に増加するので、精度を選ぶか容量・時間を選ぶかは、その時の状況や目的にしたがって判断すべきである。

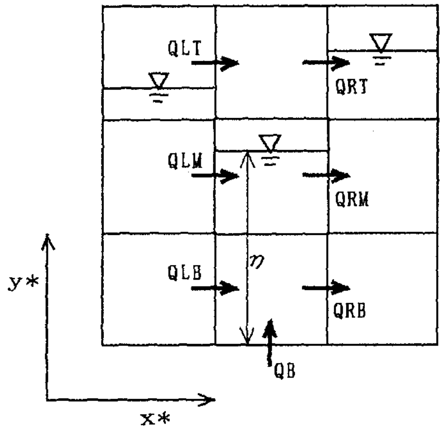

図２　変数の定義

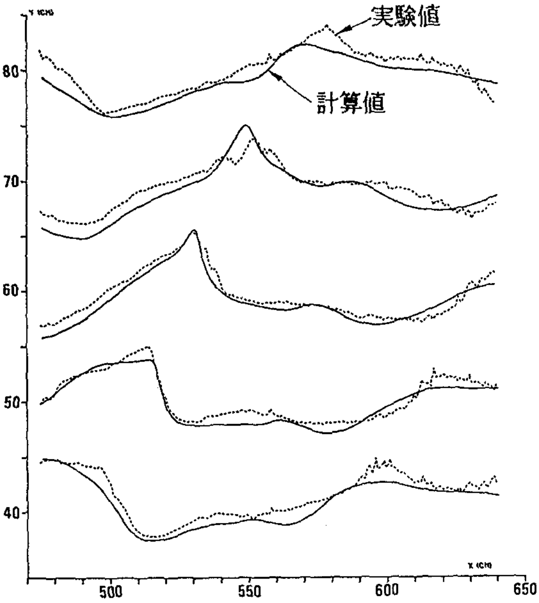

図３　実験値と計算値(1cm)の比較

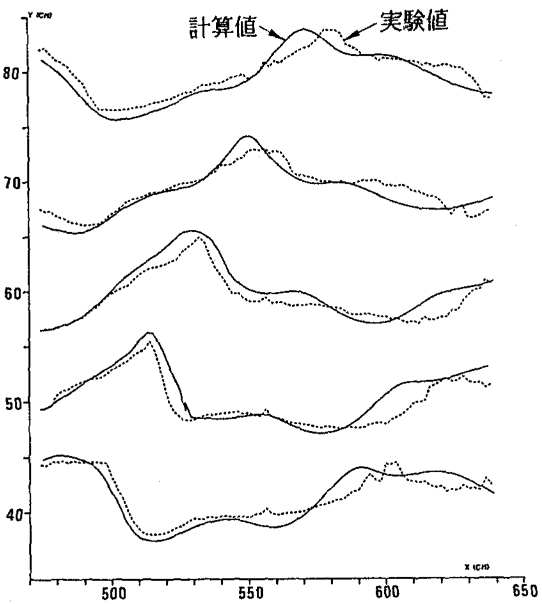

図４　実験値と計算値(2cm)の比較

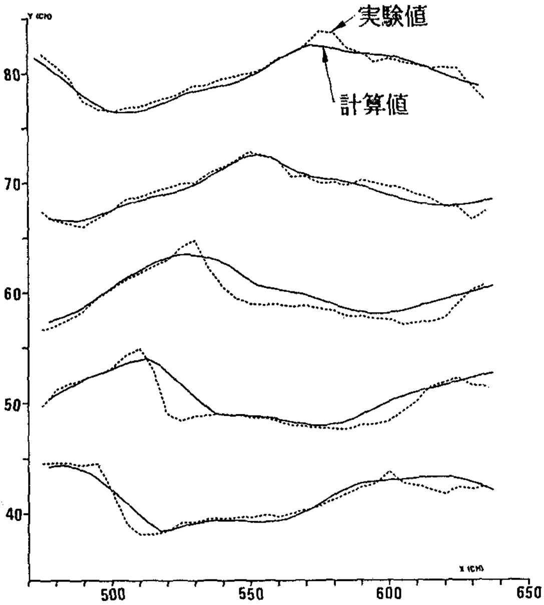

図５　実験値と計算値(5cm)の比較

参考文献

1)正宝ら、ＭＡＣ法を用いた砕波の数値計算、第４５回年講第２部、pp.738-739、1990