

(Ⅱ - 41) 円形島まわりの津波の数値解析

防衛大学校土木工学教室 学生員 正村 憲史
 同 上 正 員 藤間 功司
 同 上 正 員 重村 利幸
 同 上 正 員 林 建二郎

1. はじめに

北海道南西沖地震津波では、奥尻島の海岸に沿って打ち上げ高の高い地域と低い地域が交互に観測され、津波増幅機構としての島による捕捉の重要性が認識されている。また、デデラ¹⁾は円錐形の島の模型を用いた水理実験により捕捉の基本的特性に関する検討を行い、波形勾配の大きな波の打ち上げ高分布が、波形勾配の小さな波の打ち上げ高分布と大きく異なることを示した。そこで今回は、このような非線形性・分散性の強い現象を再現する可能性がある計算方法としてMAC法の一つであるSOLA-VOF法を用いた数値計算を行った。本計算手法は、著者ら²⁾は、潜堤における波の変形の計算を行い、砕波が計算可能であることを示されていたが、前回は2次元断面計算のみであり、また波の遡上計算はなされていなかった。よって、今回の円形島まわりの津波の数値計算をするにあたり3次元の計算に拡張し、遡上計算が可能となるよう計算法を改良した。計算結果をデデラの孤立波の実験結果と比較することにより、数値計算の可能性について検討する。

2. 計算方法及び計算条件

円形島を含む実験装置平面図を図-1に、円形島横断面を図-2に示す。島は、勾配が約1/4の円錐形で、底面の円の半径が1.65 m、高さ0.4 mである。水平部の静水深 $h = 0.2$ mである。

MAC法では、空間を直方体のセルに分割する。2次元計算では底面形状を斜面として取り入れる方法が存在するが、3次元への拡張が困難で実用的でない。ここでは、水の入り込めない直方体の”障害物セル”の集合として底面形状を近似する。ここでは、セル中心点が円錐形の内側にあるセルを障害物セルとした。

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、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。遡上計算においては、流速を近傍より補間せずに、長波の計算と同様に運動の式を用いて計算している。入射波は、実験において波高計で計測した入射波形を sech^2 形の曲線で近似し、Boussinesqのオーダーで波の進行方向および鉛直方向の流速を計算し、左側境界から入射させている。入射波高 $H = 3.7$ cmである。格子間隔は波の進行方向 $\Delta x = 10$ cm、鉛直方向 $\Delta y = 2$ cm、 $\Delta z = 10$ cmとした。ただし、計算は静水深 h と重力加速度 g で無次元化して行った。

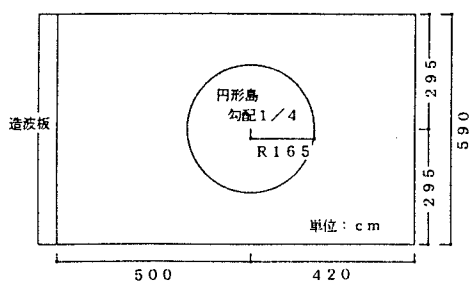


図 1 実験装置の平面図

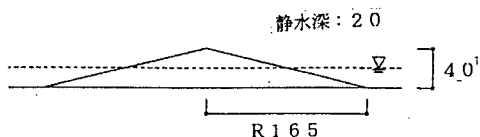


図 2 島模型の断面図

3. 計算結果

計算は、計算領域の境界である直立壁による波の反射が影響しない時間まで実施した。図-3に円形島中央の横断面での遡上の様子及び流速分布を示す。縦方向を3倍して表示してある。図-4は、静水深付近の水平断面の流速分布である。この図より波の回り込みや戻りの波が計算されていることがわかる。図-5は、浸水域に関する計算結果と実験結果との比較である。実線で示したものが今回計算した最大打ち上げ高の包絡線を示したものであり、外側の円が初期汀線を示している。・印はデデら¹⁾による実験により得られた値であり、全周を16分割した点での観測値である。

本計算では、計算の継続時間が短かったため、島の背後ではまだ最大遡上に達しておらず、初期汀線からの移動がない。島の正面については、計算値の70%程度しか達しておらず今後の検討が必要である。しかしながら、本計算手法により非線形性・分散性が強く、現象を遡上も含めて計算可能であり、精度を向上させることにより、数値実験として使用できる可能性がある。

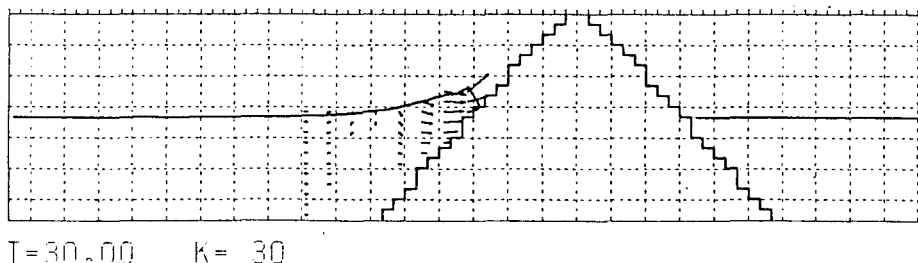


図 3 島の中心断面における波形と流速分布

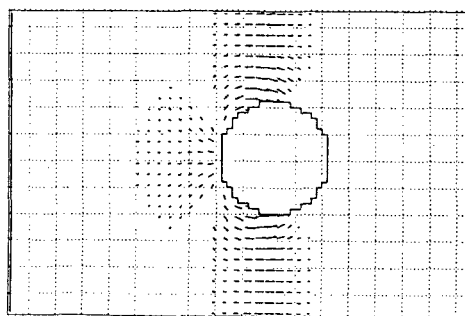


図 4 静水深における平面流速分布

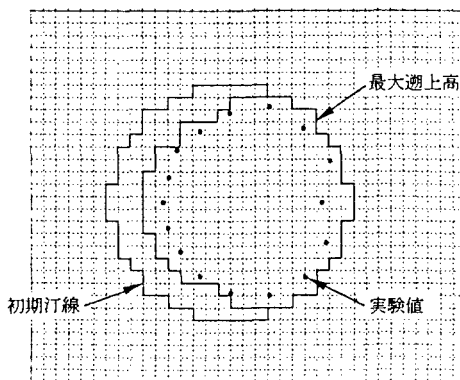


図 5 浸水域の比較

参考文献

- 1) デデら、 島における長波の打ち上げ高分布に及ぼす非線形性の影響について (第49回年次学術講演会)
- 2) 正村ら、 潜堤上の波の変形に関する数値解析 (第47回年次学術講演会)