

## (II-19) 2D/3Dハイブリッドモデルによる津波の数値解析

|             |     |       |
|-------------|-----|-------|
| 防衛大学校土木工学教室 | 正会員 | 正村 憲史 |
| 同 上         | 正会員 | 藤間 功司 |
| 東海大学工学部     | 正会員 | 後藤 智明 |
| 防衛大学校土木工学教室 | 正会員 | 重村 利幸 |

### 1. はじめに

北海道南西沖地震津波では、津波が島により捕捉され、波高が増幅されることにより大きな被害を与えた。また、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が行われており、この実験において、捕捉された波が回り込み、島の裏側での遡上高が島の正面よりも大きくなる現象が示されている<sup>1)</sup>。このような津波の現象の再現計算を行うには、非線形性・分散性を考慮した解析法を用いなければならない可能性がある。現在の津波数値計算では、主として非線形長波理論に基づく平面2次元モデルが使用されている。しかし、この方法は静水圧近似に基づいているため、流体力などを評価する場合、流速など高精度で再現できない。そこで、圧力の静水圧分布を仮定せず、3次元に拡張されたMAC法を用いて円錐形の島まわりの津波の数値計算を行った<sup>2)</sup>。しかし、この3次元解析法は、計算領域を平面の2次元だけでなく鉛直方向にも直方体格子に区切るため、計算時間及び計算容量が平面計算と比較し、莫大なものとなる。この問題を解消するため、3次元計算は島周辺の流体運動の激しい部分だけに限定し、その外側の水平床の部分は従来の平面計算を行うといった3次元と2次元の混合計算法を開発する。この計算法の適用性を検討するため、円錐形の島周辺における津波の挙動に関する数値計算を実施し、水理実験の結果と非線形長波理論を用いた解析結果とを比較検討する。

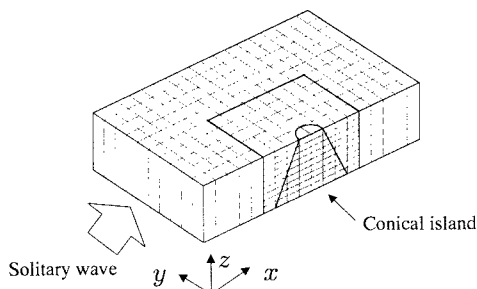


図1 2D,3Dの格子の概要

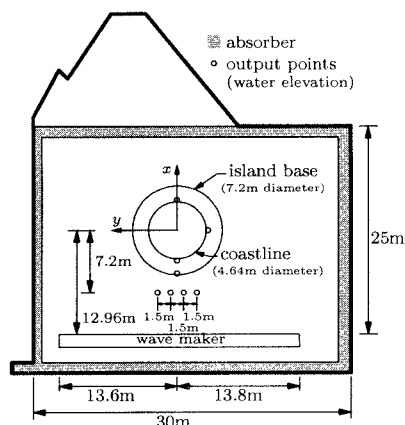


図2 実験水槽

### 2. 計算方法及び計算条件

図1のように2次元領域の中に3次元領域を組み込む。全計算領域の $x-y$ 平面は、従来の2次元モデル同様に格子に区切られている。3次元領域では、鉛直方向にも細かく分割され、計算は、直方体の格子ごとに行う。支配方程式は、島周辺の3次元計算では、3次元のEulerの運動方程式と連続の式を用い、その周辺の2次元計算では線形長波理論を使用する。2Dと3Dの接続部は、2Dから3Dへは、水位と流速を共有し、3Dから2Dへは水位を渡している。また、接続部の圧力は静水圧とする。再現計算は、Briggsら<sup>1)</sup>が行った円錐型の島の実験を再現している。実験に用いられた平面水槽を図2に示す。島は、底円が直径7.2mで勾配が1/4の円錐型である。静水深は、32cmである。孤立波を入射波としている。実験では、初期汀線付近の任意の計測点での時系列の水表面変化および島周りの最大遡上高が測定されている。格子間隔は、 $x-y$ 平面は2D,3Dとも同じ $\Delta x, \Delta y$ が4.8cm、3Dで鉛直方向に $\Delta z$ が1.2cmとし、格子数は、2Dが522×205(3D領域を含む)、3Dが168×85×42である。計算は島の半分のみを計算している。

**Keywords** : 津波、数値計算、ハイブリッドモデル

連絡先 : 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20, tel:0468-41-3810, fax:0468-44-5913

### 3. 計算結果

図3に波峰線の時間変化を示す。この図より波が島によって捕捉される様子が分かる。また、2D-3Dの接続境界においてずれなく接続されている。図4は、遡上高分布である。波の進行方向を0度として反時計回りに計った角度である。本手法による計算結果は実験値に精度良く合致する。また、非線形長波理論に基づく計算結果はやや過大評価となる。図5は、水位時間変化の比較を示す。4点とも実験値とよく一致する。図6は、島の中央での $x-z$ 断面における流速分布、図7は、 $x-y$ 断面における水表面流速分布及び浸水域を示す。

以上の結果より、本計算手法による計算は現象を遡上も含めて精度良く実験を再現している。また、本計算手法は分散性、非線形性を考慮でき、特にこの実験のような孤立波の実験などは、より実現象を再現可能である。今回の計算例に関して言えば、全領域を3Dで計算するよりもCPU時間で約1/14になり、計算容量も大幅に節約される。しかしながら、平面2次元モデルと比較すると時間で約15倍と多く要するが、3次元領域を効率よく選択することにより本計算手法は有用となりうる。

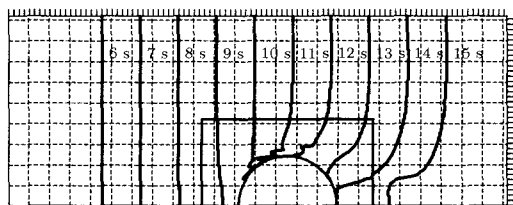


図3 波峰線の時間変化

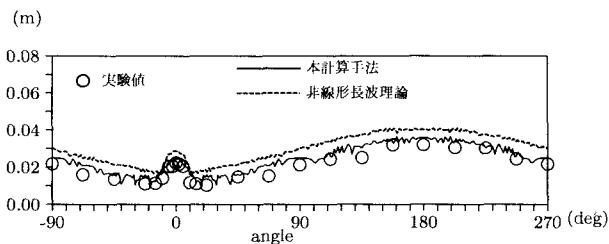


図4 遡上高分布

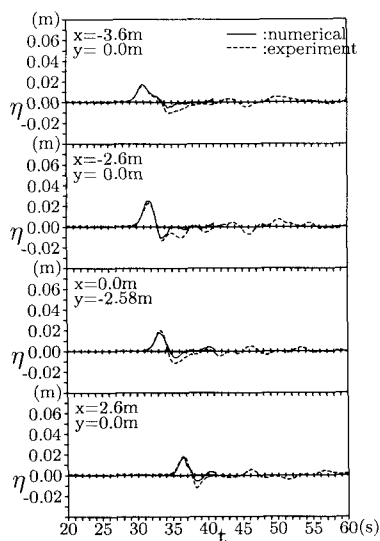


図5 水位時間変化の比較

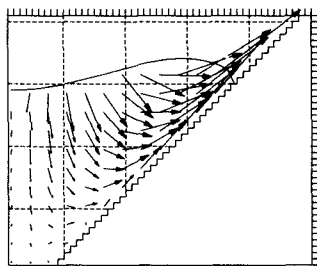


図6  $x-z$ 断面における流速分布

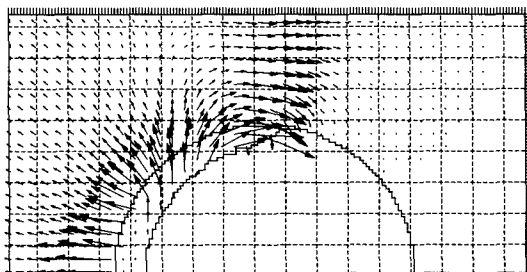


図7  $x-y$ 断面における流速分布

### 参考文献

- 1) Briggs, M.J. et.al.:Laboratory Experiments of Tsunami Runup on a Circular Island, PAGEOPH, Vol.144, Nos. 3/4, pp.569-593,1995
- 2) Masamura, K. et.al.:Three-Dimensional Analysis of Long Wave Runup on a Conical Island by using the MAC Method, LONG-WAVE RUNUP MODELS, pp.321-331, 1996