

京都大学大学院工学研究科 正会員 沖 和哉
 京都大学工学部 学生員 ○芦谷淳志
 京都大学大学院工学研究科 フェロー 酒井哲郎

1.はじめに

波浪が Bar 型地形上を通過すると、波の非線形性の影響によりソリトン分裂を生じる場合がある。ソリトン分裂した波は再び水深が深くなると自由波となり、その後水深の浅いところで再び砕波する。Wei ら (1995) は Boussinesq 方程式中における Bar 型地形上での砕波の取り扱いおよび適用性について触れているが、実際に検証は行っていない。波の再生に関しても、再生最大波などの代表量を求めるための指標を考案している研究もあるが、そのほとんどが一樣斜面上でのものであり、また、再生波の水位の時系列変化を実験結果と詳細に比較した研究は少ない。本研究では、Wei ら (1995) の拡張型 Boussinesq 方程式を用いて、波浪が Bar 型地形上を伝播する際の数値計算を行い、波の浅水変形、分裂、砕波および波の再生・再砕波に至る一連の現象を岩垣・間瀬 (1984) の実験結果と比較し、その再現性について検討した。

2.数値計算および実験概要

本研究で用いた基礎方程式は Wei ら (1995) の拡張型 Boussinesq 方程式である。従来の標準型 Boussinesq 方程式と比較して、より深い水深での適用が可能である。この方程式に Kennedy ら (2000) の砕波減衰項を加えた数値モデルを用いて数値計算を行い、岩垣・間瀬 (1984) の実験結果と比較した。比較に用いた実験は図 1 に示すような Bar 型地形で、入射波はピーク周波数が 0.6Hz と 1.0Hz の 2 種類である。図 1 に示す各地点で容量式波高計により水位変動が記録されており、そのサンプリング間隔は 0.04sec である。数値計算には波高計 w1 で計測された水位変動を入射条件として用いた。格子間隔はピーク周波数が 0.6Hz では 3.5cm、ピーク周波数が 1.0Hz では 2.5cm とし、時間間隔はともに 0.01sec として計算を行った。なお、計算領域境界は反射境界とし、境界のすぐ内側にエネルギーを減衰させるためのスポンジ層を設置して境界からの反射波を吸収した。

3.実験結果との比較

図 2 にピーク周波数 0.6Hz の不規則波を入射させた場合の、Bar 頂部から岸側の波高計 (W5~W11) における水位変動の実験結果と計算結果を示す。実線が計算結果、点線が実験結果をそれぞれ示す。ソリトン分裂が比較的顕著に現れている 15 秒間を抽出し、波が分裂している部分を図中に円で示してある。まず、水位変動に関して実験結果と計算結果を比較すると、岸に近づくにつれ波形が時間軸方向にずれたような結果のところがあるが、全般的に一致の程度はよい。ソリトン分裂に関しては、図中に円で示した分裂波に注目してみると、Bar 頂部 (波高計 W5) の位置で分裂が始まり、水深が深くなるにつれ振幅が大きくなり、発達している様子がわかる。その後水深が浅くなるとあとからやってくる波にとりこまれ、分裂波としての波形は保たれていない。次に、ピーク周波数 0.6Hz の場合と 1.0Hz の場合の有義波高と平均波高の分布を図 3

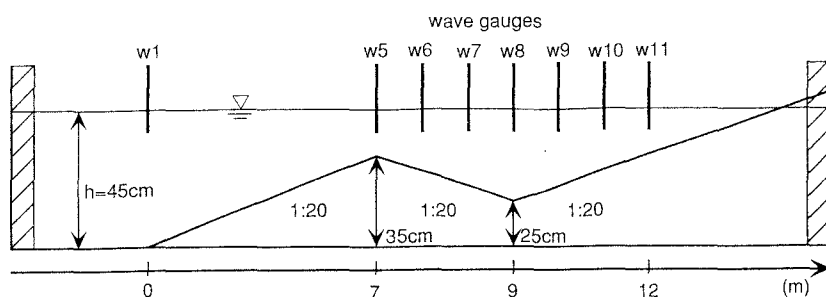


図 1 Bar 型地形および波高計設置位置

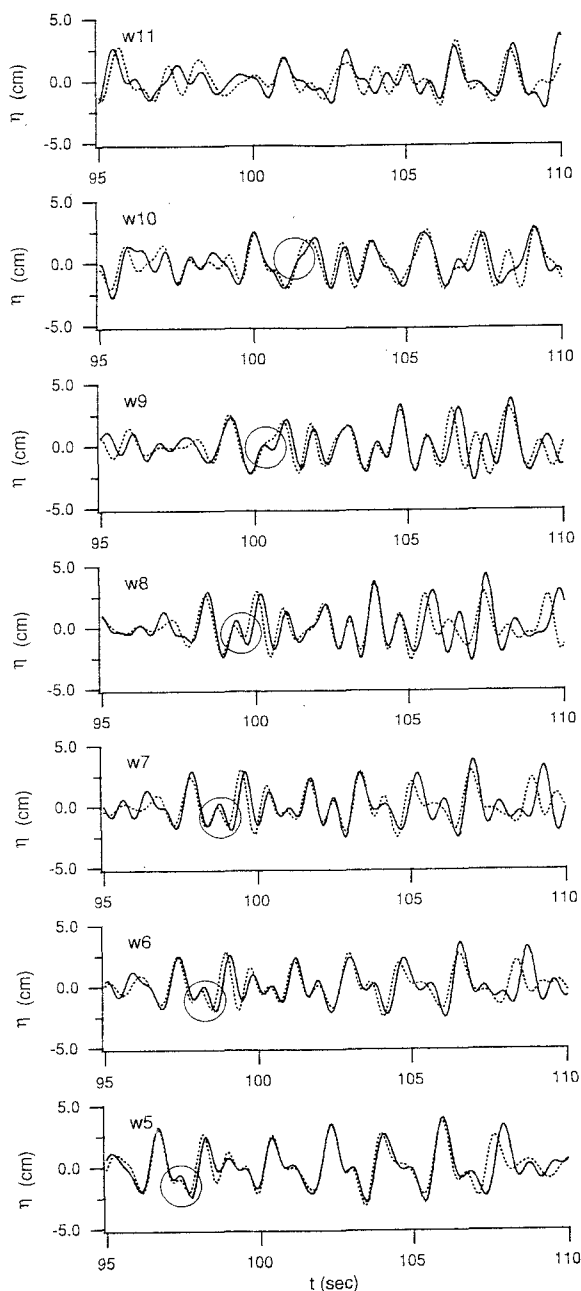


図2 水位変化

参考文献

- 岩垣・間瀬 (1984):複合断面を有する海底地形上の不規則波の碎波変形特性に関する研究, 京大防災年報, 第27号B-2, pp.621-640.
- G. Wei et al.(1995):A fully nonlinear Boussinesq model for surface waves. Part 1., J. Fluid Mech., vol.294, pp.71-92.
- A. B. Kennedy et al.(2000):Boussinesq modeling of wave transformation, breaking, and runup. I: 1D, J. Waterway, Port, Coastal, and Ocean Eng., vol.126, No.1, pp.39-47.

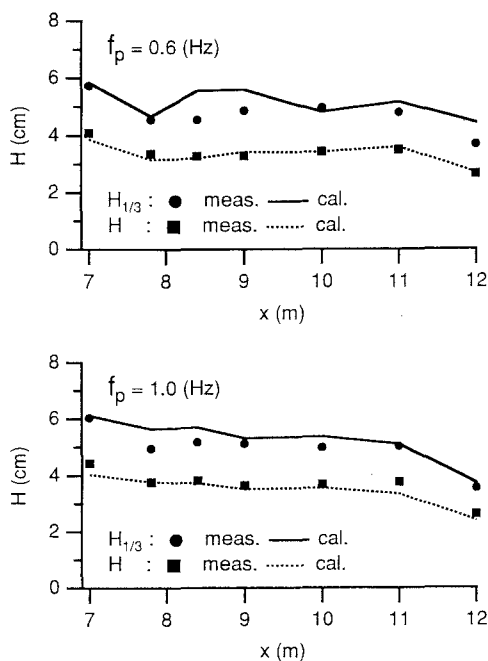


図3 波高分布

に示す。Bar 頂部で一度碎波した波は再び水深が深いところで再生し、また浅い領域で浅水変形によって波高が大きくなる。有義波高に関しては計算結果の方が少し大きくなっているが、平均波高においては一致の程度は非常によい。

4.おわりに

本研究では拡張型 Boussinesq 方程式を用いて、波浪が Bar 型地形上を伝播する際の波浪変形特性について計算を行った。ソリトン分裂および波の再生・再碎波について岩垣・間瀬(1984)の実験と比較を行った結果、Boussinesq 方程式によってこれらの現象を再現可能であることがわかった。