

京都大学工学部

学生員 ○ 雨森洋司

京都大学防災研究所

正会員 間瀬 肇

京都大学防災研究所

フェロー 高山知司

1. 研究の目的

風によって起こされた波は、浅海域を伝播する過程で海底地形や周囲地形の影響を受け、その波高や波向等が変化する。このような波浪の変形には、水深が浅くなることによって生じる浅水変形、波速が場所的に変化するによって生じる屈折変形、さらには、波高が増大しすぎると波が碎けることによる碎波変形がある。これ以外にも、周囲の地形あるいは海岸・港湾構造物によって波の進行が遮られることによって生じる反射や回折の現象、河川や潮汐の流れによる波浪変形がある。また、実際の海の波は多方向不規則波であるため、波浪変形の計算に当たっては、海の波の多方向不規則性を考慮しておかなければならない。

本研究は大領域での計算に適した波作用量平衡方程式を基本式とし、水深変化および流れの影響に加え、碎波を考慮した数値予測モデルの開発を目指したものである。

2. 研究の内容

- 1) 流れの場における波の変形理論には波作用量平衡方程式があるが、その表示に関しては3種類の表し方がある。1つめは、独立変数を平面座標 (x, y) のみで表わす方法（以下、 (x, y) 系計算モデルと称す）、2つめは、平面座標および伝播方向角 (x, y, θ) で表わす方法（ (x, y, θ) 系計算モデル）、3つめは、平面座標、伝播方向角および相対角周波数 (x, y, θ, σ) で表わす方法（ (x, y, θ, σ) 系計算モデル）である。

(x, y) 系計算モデルの差分化は、Dalrymple(1986)が提案した方法を用いた。 (x, y, θ) 系計算モデルおよび (x, y, θ, σ) 系計算モデルにおいては、一次風上差分を用い差分化を行った。

- 2) 波浪変形計算の計算条件として計算領域を東西 1200m、南北に 800m とした。海底地形は、流れのみの影響を調べるため、水深が $h = 25\text{m}$ の一定の場合と、流れと水深変化の影響を同時に受ける波浪変形を調べるために、西の境界 $x = 0\text{m}$ における水深が 25m、東の境界 $x = 1200\text{m}$ における水深が 1m で、その間は海底地形が一様に変化する2種類を想定した。流れの場は離岸流を模したもので、 $y = 400\text{m}$ における測線上で最大流速が現れる。ここでは、流れの大きさは最大流速が 1m/s であり、碎波が生じない条件を設定した。波は西から東へ入射させる。西側境界条件として、Bretshneider-光易型スペクトル、方向関数は光易型方向関数 ($S_{max} = 25$) を有する、沖波有義波高 $H_{1/3} = 1\text{m}$ 、沖波有義波周波数 $T_{1/3} = 10\text{s}$ の多方向不規則波を与えた。

計算に当たっては、格子間隔 $\delta x = \delta y = 10\text{m}$ 、周波数分割数 $N = 10$ （等エネルギー分割）、方向角分割数 $K = 36$ ($-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$) とした。

また、 (x, y, θ, σ) 系計算モデルと同じ方程式系を用いた SWAN(Delft University of Technology によって開発された数値予測モデル) による計算も、併せて行った。

- 3) 碎波減衰の取り扱い法として、本研究では単位時間内に碎波によって失われるエネルギーの散逸率を、成分波の周波数に比例すると仮定して、エネルギー散逸のモデル化を行った。無次元エネルギー散逸率の算定は、高山ら (1991) の方法を用い、碎波波高の算定に用いる碎波限界式は、流れによる碎波条件を研究した岩垣ら (1980) および Noda ら (1974) が、実験値とうまく一致すると報告している Miche の限界式を用いる。しかし、海底勾配の影響を考慮していない欠点があるため、本研究では Battjes (1972) が Miche の碎波条件式を基準として、それに海底勾配の効果を取り入れた碎波限界式を用いることとした。海底勾配の効果は、Ostendrof・Madsen (1979) の提案式を用いる。

¹Hiroshi AMAMORI, Hajime MASE, Tomotsuka TAKAYAMA

3. 主要な解析結果

本研究によって得られた主要な結果を以下に示す。

- 1) (x, y) 系計算モデルについては、規則波に対する計算を行ったが、繰り返し計算の途中で解が発散しやすいため、多方向不規則波に対する計算には不向きである。
- 2) (x, y, θ) 系計算モデル、 (x, y, θ, σ) 系計算モデルおよび SWAN は、計算条件が同じならば図 1 に示すように、波高分布の計算結果は一致する。
- 3) 流れが無い場合の碎波変形計算の結果を図 2 に示す。高山ら (1991) の計算法と比較すると、本計算法は $1.2 < h/H_0 < 3$ では大きくなるが、 $h/H_0 < 1.2$ では逆に小さくなる。また、間瀬・Kirby(1991) による非線形不規則波浅海変形モデルの計算結果も併せて示す。

4. 今後の課題

今後は、流れが存在する場合の碎波変形計算を行い、実験値との比較を行う。

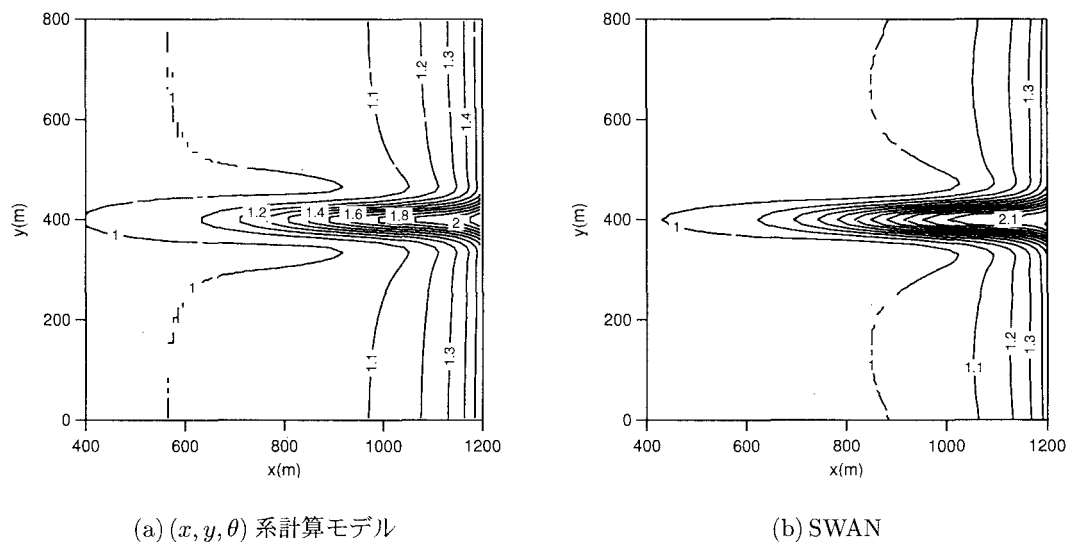


図 1: 一様勾配地形の場合の計算結果

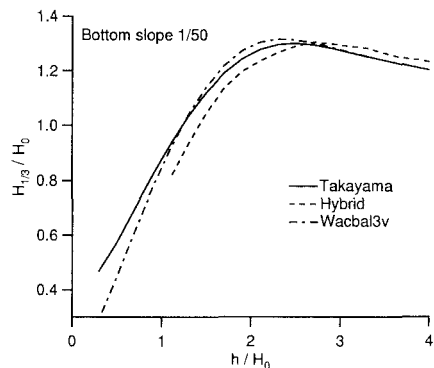


図 2: 流れが無い場合での碎波変形計算

参考文献

- 1) 高山知司・池田直太・平石哲也 (1991): 碎波および反射を考慮した波浪変形計算, 港湾技術研究所報告, 第 30 巻, 第 1 号, pp. 21-67.
- 2) Dalrymple, R. A. (1986): Model for refraction of water waves, Jour. Wtrwy., Port, Coast. and Oc. Eng., ASCE, Vol. 114, No. 4, pp. 423-435.
- 3) 岩垣雄一・浅野敏之・山中庸彦・永井文博 (1980): 流れによる碎波に関する基礎的研究, 第 27 回海岸工学講演会論文集, pp. 30-34.