

一様勾配斜面上での碎波の数値計算

日大生産工(院) ○宮内 直哉
日大生産工 鷺見 浩一

1. はじめに

海岸における浜の特性を知り、これを制御するために海岸工事を行う場合、最も重要な条件、または対策は、波に関するものである。沖から波が目的とする浅海域、または海岸構造物設置位置に、どのように変形して到達するかを知ることは、海岸工事を計画設計する上で極めて重要なことである。したがって、浅海域で地形条件などの影響により発生する碎波現象を数値計算によって解析し、特徴を把握することは必要不可欠である。

本研究では、碎波の現象について数値計算を通して検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要

2.1 水理模型型実験

碎波の数値計算を検討するにあたって、実験値との比較をする必要がある。碎波に関する実験として、我々が行った水理模型実験の実験結果があり、これと比較する。

水理模型実験装置を図-1 に示す(水路長 $L=28.0\text{m}$ 、高さ $H=1.5\text{m}$)。実験は、初期水深 $h=0.50\text{m}$ とし、波高 0.1m 、周期 1.6s の規則波を発生させている。

波は $1/30$ 勾配において前傾化し、分裂が始まり、碎波に至る。これを岸側から波高計を (11.0m , 13.0m , 13.5m , 16.0m , 19.0m の位置) 設置することにより計測されている。

2.2 数値計算

本研究では、数値計算するにあたって、構造物や造波境界を設定する必要がある。

計算領域を図-2 に示す(水路長 $L=28.0\text{m}$ 、高さ $H=1.5\text{m}$ とし、初期水深 $h=0.50\text{m}$)。

入射波条件は波高 $H=10\text{cm}$ 、周期 $T=1.6\text{s}$ の微小振幅波とした。水路岸側のスロープは、高さ $Y=0.65\text{m}$ 、長さ 19.5m とした。

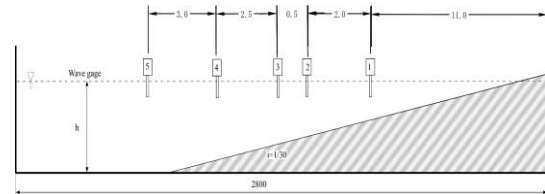


図-1 水理模型型実験装置

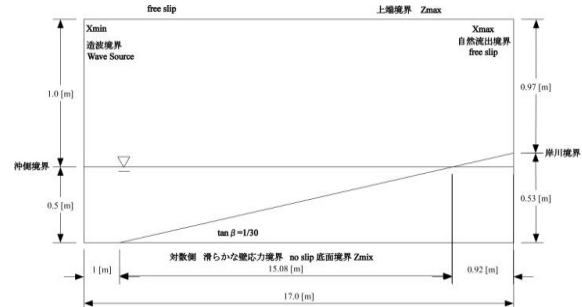


図-2 計算領域

MARS 法は、自由表面の解析手法の一種であり、流体体積率の輸送を考える際に界面の勾配を考慮しているため、界面形状の再現性に優れている。そのため本研究では、MARS 法により計算する。MARS 法で使用する基礎式は、次の多相流の連続式、運動方程式、体積率輸送方程式である。(F_1 , F_2 は気相と液相の液体体積率, u , w は X , Z 方向の流速, P は圧力, ρ_1 , ρ_2 は気相と液相の密度, ν は動粘性係数)

$$\frac{\partial(F_1 + F_2)}{\partial t} + \frac{\partial F_1 u}{\partial x} + \frac{\partial F_1 w}{\partial z} + \frac{\partial F_2 u}{\partial x} + \frac{\partial F_2 w}{\partial z} = \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = - \frac{1}{F_1 \rho_1 + F_2 \rho_2} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\sigma \kappa_x}{\rho} \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -g - \frac{1}{F_1 \rho_1 + F_2 \rho_2} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \frac{\sigma \kappa_z}{\rho} \quad (3)$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial t} + \frac{\partial F_1 u}{\partial x} + \frac{\partial F_1 w}{\partial z} - F_1 \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0 \quad (4a)$$

$$F_1 + F_2 = 1.0 \quad (4b)$$

Numerical value calculation of Breaking wave on the Slope
Naoya MIYAUCHI, Hirokazu SUMI

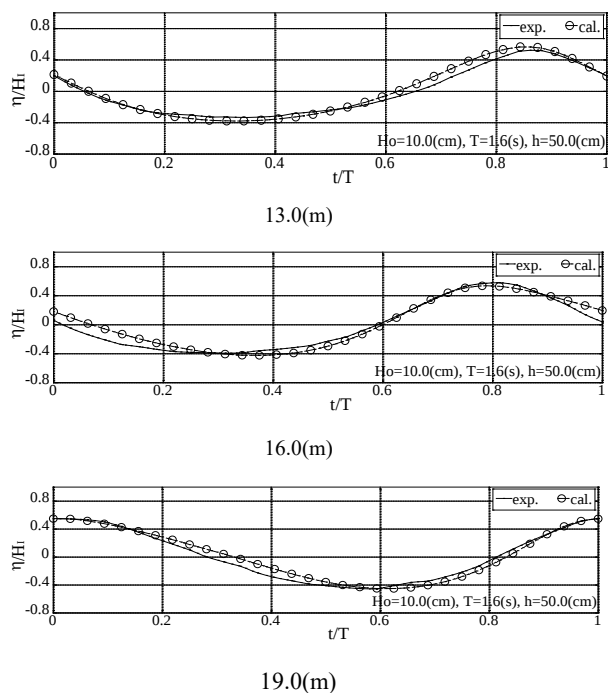


図-3 実験値と計算値との比較

3. 解析結果

岸側から 13.0m, 16.0m, 19.0m の位置に設置した波高計の実験値と数値計算の比較を図-3に示す。この図からは、数値計算において波先端における波形勾配の増加や、波、海底摩擦の表現による波高の減衰は表れていることが読み取れる。実験値と数値計算の結果を比較すると、誤差があまり生じてはいないので、この数値計算の精度は高い。

図-4 は、 $t/T=0.30$, $t/T=0.60$, $t/T=0.90$ での一様勾配斜面上における砕波帯での波の流速ベクトル図である。この図を比較すると、流速ベクトルが増大していく様子が読み取れる。また、時間が進むにつれ流速ベクトルの向きに統一性がなくなり分散しているため、力が分散し、波高が減少している。砕波の特徴としては、砕波時に波の形状が鋭く尖り、波の流速が増大していることが読み取れる。

4. まとめ

本研究結果を総括する。本研究では、砕波の現象について数値計算を通して検討を行うことを目的とする。

同条件で行った水理型模型実験と数値計算の比較により、数値計算の正確性を確認することで、実際に一様勾配斜面上で生じる砕波におおよそ近いものを数値計算により再現できると証明する。

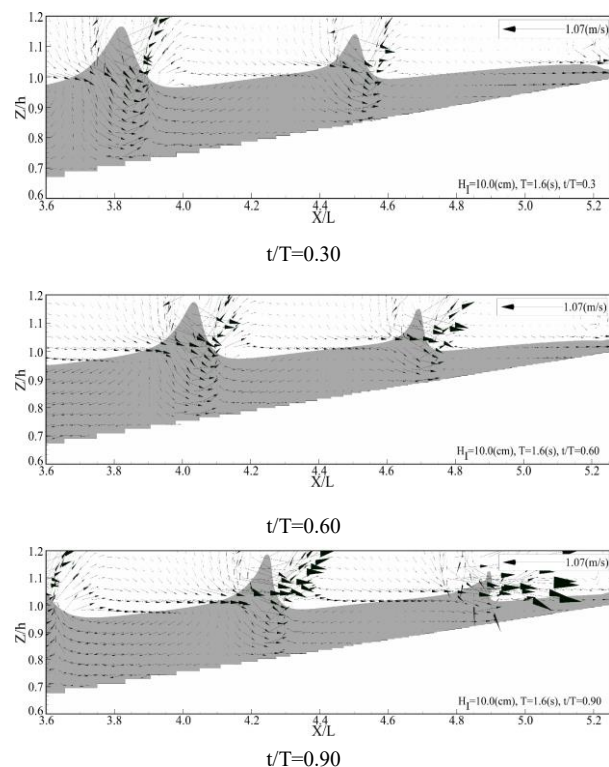


図-4 流速ベクトル

解析結果から、砕波の特徴を確認することが出来た。砕波が発生すると波の形状は鋭く尖り、流速ベクトルは増大する。しかし流速ベクトルに統一性はなく分散しているため、力は分散し、波高は高くなり減少していく。

本研究により一様勾配斜面上での砕波の特徴について確認することが出来たので、この研究結果を元に、今後は天端水深を低くすることにより砕波を人工的に発生させる人工リーフについて研究を行う予定である。人口リーフの形状の変化や被覆材の有無によって生じる砕波の発生位置の違い、人口リーフの断面積の変化等について研究することで、津波の防災に役に立つのではないかと考えている。

【参考文献】

- 1) 水村和正：海岸海洋工学、p58, 1992
- 2) 砂村継夫、張達平：砕破に起因する大規模渦の発生条件、海岸工学論文集、第 36 巻、pp. 21-25、1989.
- 3) 張達平、砂村継夫：砕破帯における底面到達渦に関する実験的研究、海岸工学論文集、第 40 巻、pp. 61-65、1993.
- 4) 服部昌太郎：海岸工学、コロナ社、1987.