

バー地形上の波と流れの数値シミュレーションに関する研究

鳥取大学 工学部  
環境大学設立準備財団  
鳥取大学大学院  
米子市

正会員 黒岩 正光  
フェロー 野田 英明  
井場 宏樹  
○伊藤 聡

1. はじめに

近年、流れの 3 次元性が重要視され、鉛直分布を考慮した海浜流モデルが提案されている。著者らも準 3 次元海浜流モデルを構築し、現地海浜への適用を試みた。しかしながら、波の不規則性、浮遊漂砂や海底地形の影響などの取り扱いが不十分で、バーやトラフ地形を有する現地海浜における海浜流場を十分な精度で計算できるとは言い難くモデルを再検討する必要がある。本研究では、任意海底地形上における海浜流を精度良く再現できるように準 3 次元海浜流モデルを修正し、修正されたモデルの適用性を運輸省港湾技術研究所有する波崎海洋研究施設で実測された結果（栗山ら、1999）と比較し検討しようとするものである。

2. 数値モデルの概要

波浪場は Dally ら（1984）の砕波によるエネルギー逸散率を付加したエネルギー平衡方程式を用いて計算する。

$$\frac{\partial EC_s \cos \alpha}{\partial x} = -D_b \text{-----(1)}$$

ここに、 $E$ は波のエネルギー、 $C_g$ は群速度、 $\alpha$ は波向きを表す。また、 $D_b$ は砕波によるエネルギー逸散率で

$$D_b = \frac{K}{h} C_g (E - E_s) \text{-----(2),}$$

$$E_s = \frac{1}{8} \rho g (\Gamma h)^2 \text{-----(3)}$$

ここに  $K$  および  $\Gamma$  は定数でそれぞれ 0.15 および 0.4 である。波浪は、一方向不規則波とし、まず栗山ら（1999）と同様に沖側境界において JONSWAP 型周波数スペクトルを持つ約 20 分程度の水面変動の時系列を計算した。つぎに、ゼロダウクロス法を用いて個々の波に分割し波別に波高分布を計算し、有義波および自乗平均平方根波高を算定した。砕波点は合田の式を用いて算定した。海浜流場は黒岩ら（1997）の準 3 次元海浜流モデルを適用するが、バーが存在する場合は、バー付近で一旦砕波した波が再生し 2 次砕波を起こすためその影響を考慮する必要がある。本研究では水面の境界条件として surface roller に起因する shear stress を砕波によるエネルギー逸散率の関数で与え、波の再生および 2 次砕波の影響を海浜流モデルに取り入れ修正を施した。すなわち、修正された水面の境界条件式は以下に示すとおりである。

$$\tau_s = As \rho^{1/3} D_b^{2/3} \left( \frac{h}{L} \right) \text{-----(4)}$$

ここに、 $As$  は無次元定数であり、 $As=2.4\sim2.8$  程度である。なお、不規則波浪下における海浜流場の計算に必要な諸量は、自乗平均平方根波高およびスペクトルの peak 周期を用いて算定した。

3. 計算条件および計算結果

表－1 波浪条件

表－1 は計算条件を示したもので、栗山ら（1999）によって実測された海浜流 1 4 ケースの内 5 ケースについて計算を試みた。表中の  $H1/3$  は栈橋規準点から沖側 380m 地点で実測された有義波波高である。Tp はスペクトルの peak 周期である。 $\alpha_0$  は沖波波向きである。図－1 および 2 は Case 2 および Case 4 のバー周辺における有義波波高および底層の戻り流れの計算結果および実測結果を

| Case | T(s)  | H1/3 | Ho1/3 | $\alpha_0$ | Ho/Lo  | Tp(s) |
|------|-------|------|-------|------------|--------|-------|
| 1    | 9.69  | 1.70 | 2.01  | 54.30      | 0.0137 | 10.37 |
| 2    | 9.63  | 1.86 | 1.88  | 33.90      | 0.0130 | 10.31 |
| 3    | 10.73 | 2.11 | 2.06  | 33.80      | 0.0115 | 11.48 |
| 4    | 11.81 | 2.31 | 2.43  | 48.60      | 0.0112 | 12.64 |
| 5    | 11.56 | 2.04 | 1.81  | 16.50      | 0.0087 | 12.37 |

比較した一例を示したものである。これらの図中における波高の計算結果から、バー付近で碎波した波の再生および2次碎波の様子が良く再現されており、観測結果とも良く一致するのがわかる。また、戻り流れについてみると、バー付近で戻り流れが最大となり、波の再生域では一旦小さくなる様子が再現されており、実測値とも良く一致することが明かである。図-3は5ケース分の有義波波高の実測値と計算値を比較したものである。図-4は戻り流れの同様の結果を示したものである。これらの図から波高については計算結果は実測値と良く一致するが、戻り流れについては多少ばらつきがみられる。

なお、現地では沿岸流速も実測されているが、本モデルの沿岸流に対する適用性については現在検討中である。

#### 4. おわりに

本研究では、バー地形上における波高および戻り流れを計算できるように黒岩らの準3次元海浜流モデルを修正し、その適用性について検討した。その結果、本モデルを用いることによってバー周辺の波高分布および戻り流れ流速が精度良く再現できることが明かとなった。

最後に、本研究を遂行するにあたり、現地観測結果を提供して戴いた港湾技術研究所海洋環境部漂砂研究室 栗山善昭室長に感謝の意を表する。

#### 参考文献

黒岩ら (1997): 準3次元海浜流場の数値シミュレーションに関する研究, 海岸工学論文集, 第44巻

栗山ら (1999): 沿岸砂州周辺の戻り流れ・沿岸流推定モデル, 土木学会論文集 No.635/II-49

Dally ら (1984): A Model for Breaker Decay on Beaches, 19<sup>th</sup> ICCE

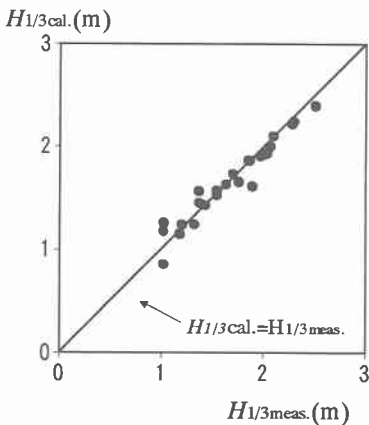


図-3 有義波波高の計算結果と実測結果の比較

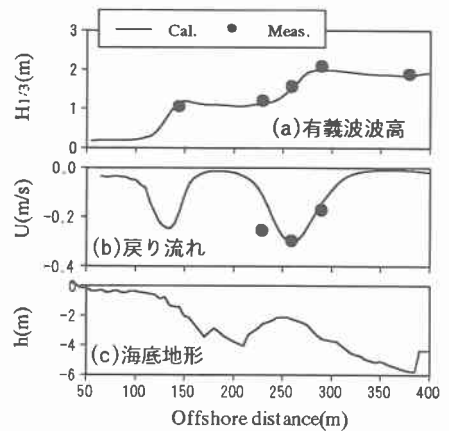


図-1 有義波波高および戻り流れの計算結果(Case 2)

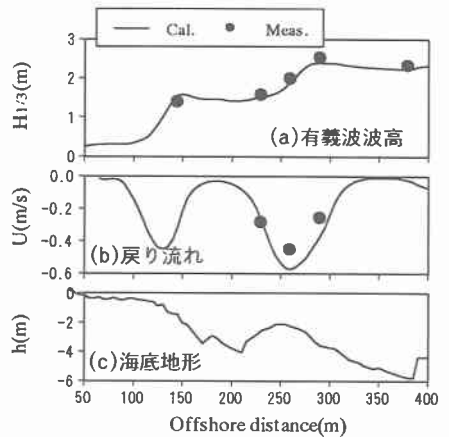


図-2 有義波波高および戻り流れの計算結果(Case 4)

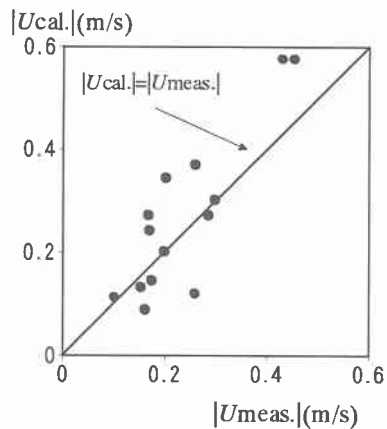


図-4 戻り流れの計算結果と実測結果の比較