

II-90

平衡・非平衡状態の砂漣上での流れ場の特性について

熊本大学 大学院 学生員 ○柿木 哲哉

熊本大学 工学部 正会員 滝川 清 山田 文彦

1. 概説: 海浜変形に伴う漂砂移動を考えるにあたり、底面付近の流れ場の特性を把握することは重要である。今回は、ある波浪条件の下で形状が平衡に達した砂漣を、それまでとは異なる条件の波にさらした場合に流体運動特性がどのように変化するかに着目し、2種類の固定砂漣を用いて、室内実験と数値解析を行った。ここで用いた平衡砂漣の形状は、実験で用いる波浪条件の下で、本間・堀川¹⁾の実験公式により算出した。また、非平衡砂漣とは、これとは異なるスケールの砂漣、つまり実験に使用する波浪条件では生じないスケールの砂漣である。室内実験はレーザー・ドップラー流速計による流速測定とビデオ画像による流れの可視化実験、数値解析は有限要素法を用いた数値解析を行った。本報告では、ビデオ画像解析と数値解析の結果の一部を報告する。

2. 実験の概要: 実験は、長さ 30m、幅 50cm、深さ 80cm の片面ガラス張りの2次元造波水槽において、水深を 45cm とし、造波板から 9.5m の位置に、図-1に示す2種類のモルタル製砂漣を別々に設置し、ここに周期2秒、入射波高 11.5cm の波を入射させる。また水中にはトレーサ粒子(ポリスチレン樹脂球)を流し、上からスリット光を照射し、側方からデジタルビデオカメラで撮影する。これを流れの可視化システム(カレン)により画像解析する。画像解析に際しては、PIV によって得られた流速に線形補間を行い、さらにマスコンモデル²⁾の適用によって連続式を満足するよう流速分布を修正している。補正方法の詳細は文献³⁾を参照されたい。

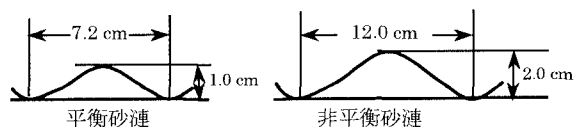


図-1 実験に用いた固定砂漣の形状

3. 画像解析結果および考察: 両砂漣上において違いが顕著であったゼロアップ付近の流れ場の特性について述べる。

(1)流況: 図 2-1,3-1 にゼロアップ付近での砂漣近傍の流況図を示す。図 2-1 の平衡砂漣上の流況は、上昇流が発生するとともに、砂漣谷部に波の進行とは逆向きの渦のような流れが形成される。一方、図 3-1 の非平衡砂漣では、

渦の発生が見られない。

(2)渦度: 図 2-2,3-2 にゼロアップ付近での砂漣近傍の渦度分布を示す。渦度は反時計回りを正とする。まず図 2-2 の平衡砂漣上の渦度分布は、砂漣谷部に回転方向の異なる渦度が混在しており、複雑な流況を呈していることが伺える。この時の渦度の最大値は、いずれも砂漣谷部に見られる。一方、非平衡砂漣での渦度分布(図 3-2)は、平衡断面に見られた渦度の混在などは無く、1周期を通じて渦度の存在範囲は砂漣の近傍に限定される傾向にある。また、渦度の絶対値は平衡断面より大きな値を示す。

(3)歪み度: 図 2-3, 3-3 にゼロアップ付近での砂漣近傍の歪み度分布を示す。歪み度は冲向きの変形を正としている。図 2-3 の平衡砂漣上の砂漣谷部に作用方向の異なる歪み度が混在しており、流体塊は複雑な変形を受けていることが伺える。この時の歪み度の最大値はいずれも砂漣谷部に見られる。一方、非平衡砂漣(図 3-3)は、平衡断面に見られた歪み度の混在などは存在せず、歪み度の存在範囲は砂漣の近傍に限定される傾向にある。また、歪み度の絶対値は平衡断面より大きな値を示し、大きな壁面剪断応力が働く。

4. 数値解析手法: 基礎式は式(1)、(2)に示すように、流れ関数-渦度法を用いて定式化し、離散化手法には有限要素法を用いた。数値解析手法の詳細は文献⁴⁾を参照されたい。

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial \omega}{\partial x} \right) - \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) = (\nu + \nu_t) \nabla^2 \omega \quad (1)$$

$$\nabla^2 \phi = -\omega \quad (2)$$

ここで ω : 渦度

ϕ : 流れ関数

ν_t : 渦動粘性係数

5. 数値解析結果および考察: 図-4 に数値解析によるゼロアップ付近の砂漣近傍の渦度分布を示す。まず平衡砂漣上の渦度分布は、画像解析で見られた砂漣谷部の回転方向の異なる渦度が混在しておらず、数値解析では砂漣谷部の現象を完全には再現できていない部分もあるが、渦度の存在範囲が砂漣の近傍に限定される傾向にあり、定性的には、画像解析の結果とよく一致する。

キーワード: 海浜変形、平衡砂漣、非平衡砂漣、画像解析、数値解析

〒860-8555 熊本市黒髪2丁目 39-1 TEL: 096-342-3546, FAX: 096-342-3507

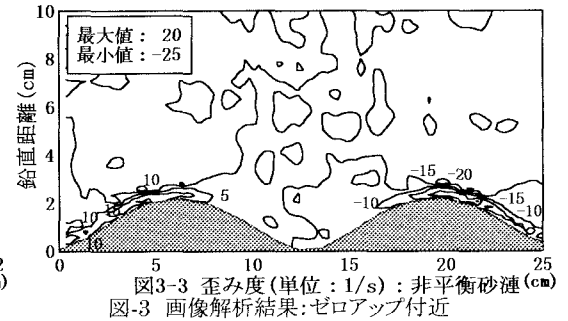
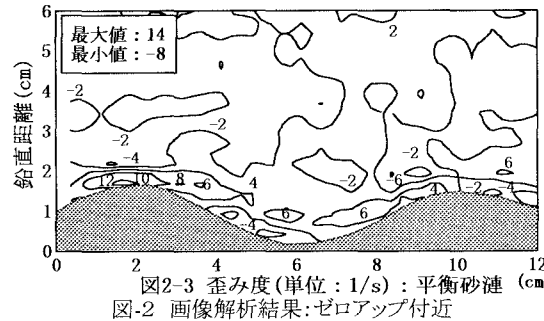
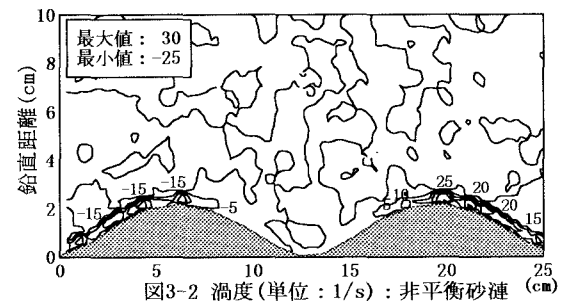
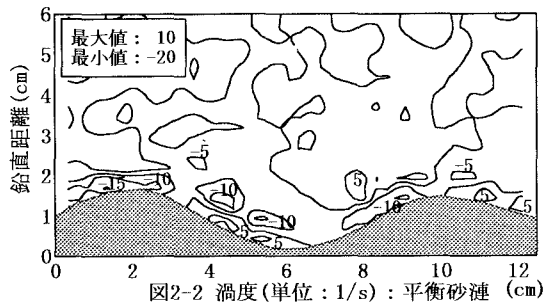
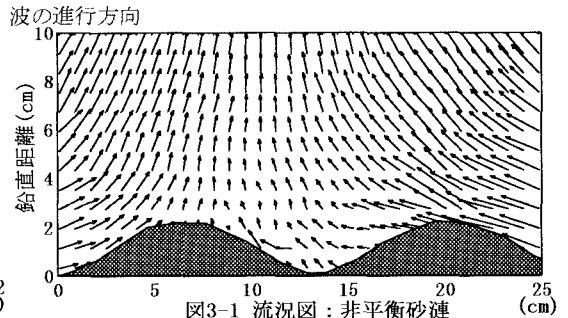
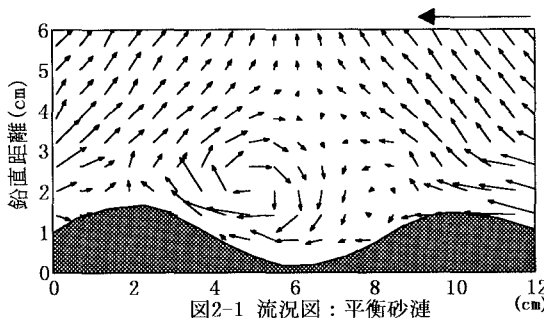


図-2 画像解析結果：ゼロアップ付近

図-3 画像解析結果：ゼロアップ付近

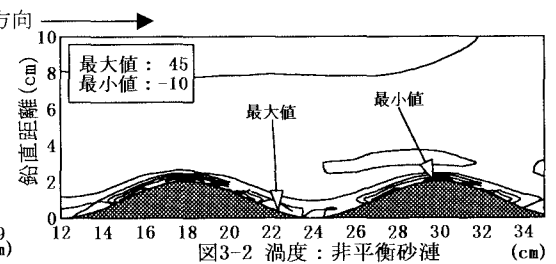
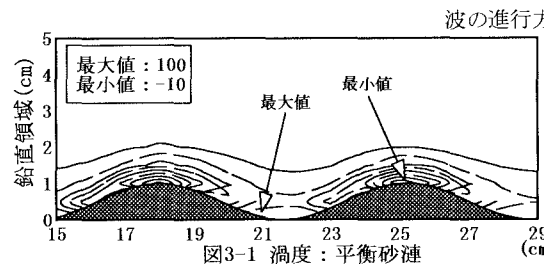


図3 数値解析結果：ゼロアップ付近

6. 結論

- (1)二つの砂漣を比較した結果、非平衡状態の砂漣は、平衡状態の砂漣に比べ局所的に強い剪断力が作用し、平衡砂漣より変形しようとする傾向が強いことが分かった。
- (2)数値解析において内部諸量の定性的傾向をある程度再現できた。
- (3)底面近傍において実験結果との不一致がみられ、境界条件の検討などが今後の課題である。

参考文献

- 1) 本間 仁ら (1964): 波による浮遊砂に関する研究、海岸工学講演会講演集、第11回、pp.159-168
- 2) Sherman, C.A: A Mass-Consistent Model for Wind Fields over Complex Terrain, J. Appl. Meteor., 17, 312, 1970
- 3) 山田ら(1998): 波動場の画像解析への Mass-consistent モデルの適用、第 53 回年次講演会概要集(印刷中)
- 4) 滝川ら(1991): 砂漣形成過程における底面境界層の解析、海岸工 学論文集, vol.38, pp.1-5