

II-394

斜面上の底面乱流境界層の特性 に関する研究

熊本大学 正 員 滝川 清
 熊本大学 正 員 山田 文彦
 熊本大学 学生員 〇井崎 真一
 小野 典雅

1. はじめに

これまで、漂砂移動の機構を解明するために数多くの研究が行われているが、漂砂移動の機構をミクロの視点で考える場合、底面近傍の乱流境界層の特性を解明する必要がある。本研究では漂砂移動機構の解明のための一つの過程として、斜面上の底面乱流境界層の特性を流速及び底面せん断力を実測し、なおかつ有限要素法を用いた数値解析を行う事により検討を加えようとするものである。

2. 実験装置及び実験方法

図-1に実験装置を示す。実験は、幅50cm、長さ38mの2次元造波水槽に傾斜勾配1/20、長さ6mの斜面を設置し、斜面上に1.2m間隔で測定点を4点とり水用せん断力計を埋め込み、波高計を置いてそれぞれを測定している。また、流速は、レーザー流速計を用いて測定している。

また、実験は巻き波と崩れ波の2ケースについて行っている。

3. 乱流境界層の有限要素法解析

底面に沿って波の進行方向にx軸、鉛直上向きにy軸の2次元領域を考える。基礎式として、N-S方程式をx, y方向に微分し圧力項を消去した渦度方程式と、渦度と流れ関数で表した連続の式を用いる。

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + u \frac{\partial \omega}{\partial x} + v \frac{\partial \omega}{\partial y} = (\nu + \nu_T) \nabla^2 \omega \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega$$

ここで、 ν は動粘性係数、 ν_T は渦動粘性係数である。渦動粘性係数はPrandtlの混合距離理論で表されるものとして、次式で評価する。

$$\nu_T = l^2 \left| \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \frac{\partial u}{\partial y} \right|^{1/2} \quad l = \kappa y^*$$

ここで、 κ はkarman定数、 y^* は底面からの距離である。上の2つの基礎式を用いてGalerkin法により数値解析を行う。なお、Galerkin法による基礎式の定式化は文献(1)に等しい。

4. 結果と考察

数値解析は、この時の水面波形の実測値を基に、Deanの流れ関数法を用いて境界条件を作成した。左右の仮想境界上では、1次元乱流境界層のFEM解析を別途行い、これを入力条

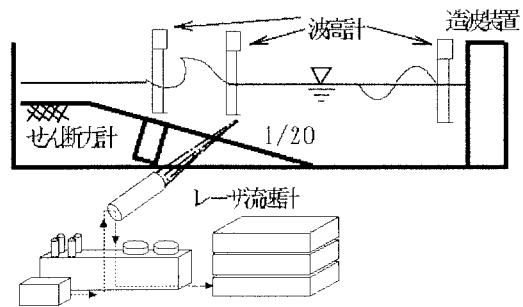


図1 実験装置

件としている。また、底面においては流速 0 m/s とし、Brileyのラグランジュ多項式に基づいて与えた。解析領域は、水平方向に80分割、鉛直方向に40分割し、底面付近ではさらに細かく分割した。時間ステップ間隔は $1/100 \text{ s}$ とした。

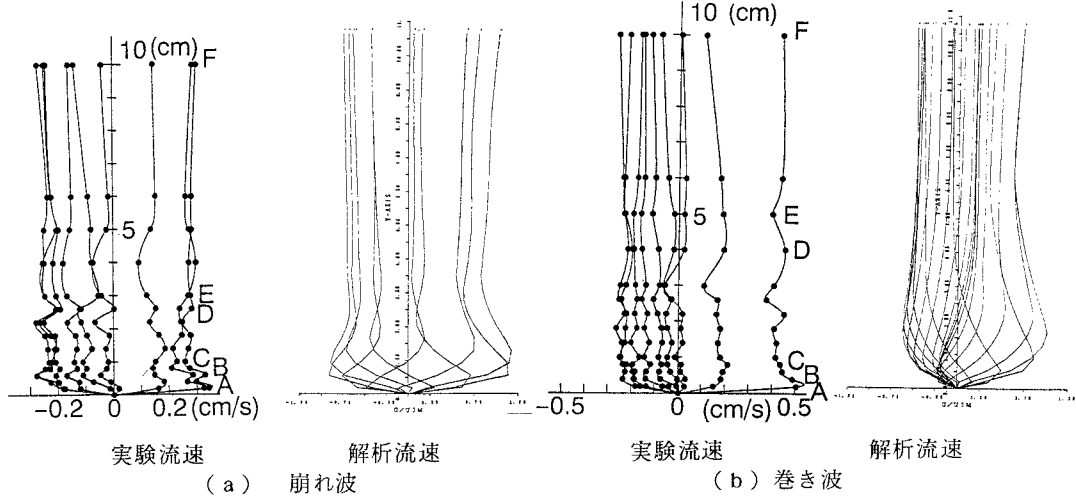


図-2 水平流速分布

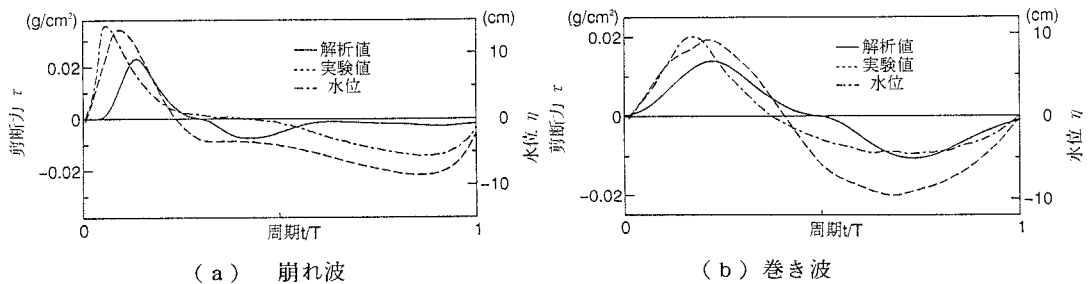


図-3 剪断力の時間変化

図-2-(a)は崩れ波を起こしたときの水平流速の鉛直分布の実験結果と解析結果である。双方を比較してみると、底面付近の乱れが収まり流速が一定値をとりはじめる高さは実験の方がおよそ 5 cm 、解析の方は 7 cm となっており解析のメッシュ間隔が 1 cm であることを考慮すると、ほぼ等しい値をとっている。また、なめらかなアクリル板を斜面に使用しているにもかかわらず乱れは大きい。図-2-(b)は巻き波の場合である。巻き波の方が、崩れ波の場合よりプラス（岸向き）の流速が大きい。

次に、図-3は1周期における底面せん断力の時間変化である。(a)が崩れ波、(b)が巻き波の場合である。巻き波、崩れ波の両方とも、解析結果は実験値と良く一致しており、解析手法の妥当性が検証できる。その他、斜面上の砕波近傍における水粒子の移動等の質量輸送及び渦度など斜面上の境界層の特性に関するいくつかの興味ある結果が得られた。底面摩擦係数の評価等その他の詳細は講演時に発表する。今後、さらに実験および解析を進展し、定量的評価を加える予定である。

<参考文献>

- (1) 滝川 清、米村浩介、前田孝久：砂漣形成過程における底面境界層の特性
海岸工学論文集 第38巻(1)、1991, pp. 1-5