

II-40

トレーサ追跡法を用いた砕波帯の表面流速測定

東北大学工学部 学生員 ○北條 鉄也
東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

砕波帯中の流動場の測定は、従来レーザー流速計や可視化を用いて行われてきたが、その測定範囲は前者では気泡を含まない領域、後者については、例えば河西ら(1995)¹⁾では水表面を除いた領域に限られていた。砕波のモデル化を行う上で、表面流速は最も重要な量の1つであり、本研究ではストロボの発光を工夫することによりこの計測を可能にした。

2. 実験

図-1に示すように1/30の様な勾配を水槽の中に設置し、他端の造波機から周期波を送り出し斜面上で砕波させる。波の発生周期は2.00 s、造波機前面の水深は0.24 m、砕波型式は巻波砕波であり砕波水深 h_b は0.115 mである。水位計測は容量式波高計によって行った。その測点は図中のNo.1~10であり、それらの間隔は30 cmである。

砕波帯にトレーサを浮かべ、ストロボを発光させてビデオ撮影することにより表面流速を求めた。図-2はストロボ発光のタイミングを表すものである。ある地点で水面がセンサーに触れると、センサーは1つのパルス波(図-2-A線)を出力する。それより一定時間の後、ビデオカメラの垂直同期信号(図-2-B線)にあわせてストロボを3回発光させ(図-2-C線)3重露出させた。撮影のは通常のビデオカメラを用いたのでその垂直同期信号の周期は1/30 sである。そしてストロボ発光間隔は5 msとした。また、タイミングコントロールにはパソコンとタイマーボードを使用した。トレーサの移動距離を測定するために、撮影した画像からビデオメジャリングゲージを用いて、トレーサの座標を読み取り、トレーサの移動距離とストロボ発光間隔との関係から表面流速を算定する。

3. 結果と考察

水位測定結果より波峰の伝播速度を求め、これを浅水理論の波速 $c = \sqrt{g(h + \eta_{max})}$ と比較したのが図-3である。測定値は30波の平均することで求め、その標準偏差を縦棒で示した。汀線から220~230 cmの所で最も大きな乱れが観察され、伝播速度のばらつきも大きくなっている。ここで汀線に近づくにしたがって、平均水位は上昇しており平均水位の上昇量を $\bar{\eta}$ で表すことにする。

図-4はNo.1~9での30波分の水面変位 η を位相平均したものである。図-5、図-6はNo.1、9における1 s間(30フレーム)のx方向の表面流速 u と変位を示している。両地点とも表面流速と水位のピークの位相はほぼ一致している。また、波形後面ではその漸減傾向はよく似ているが、波形前面では流速波形の方が急激に立ち上がっていることがわかる。表面流速を波速で無次元化した無次元流速 $u/\sqrt{g(h + \eta)}$ 、および水深変位を水深で無次元化した無次元水位 $(\eta - \bar{\eta})/(h + \bar{\eta})$ の位相による変化を図-7、図-8に示す。No.1の波峰では無次元流速は1.2程度の値をとっており、砕波条件の無次元流速1よりも大きな値となっている。それ以外の位相では無次元流速と無次元水位はほぼ同じ値となっており、

$$\frac{u}{\sqrt{g(h + \eta)}} \sim \frac{\eta - \bar{\eta}}{h + \bar{\eta}}$$

であると言えよう。No.9では波形は段波状に変わっており、波峰位相付近での無次元流速は約1に下がっている。

参考文献

- 1) 河西義人, 真野 明: 「可視化による砕波帯の流速測定と修正段波モデルの提案」, 海岸工学論文集, 第42巻, pp.121~125, 1995

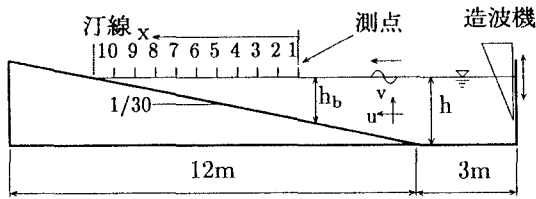


図-1 実験水槽

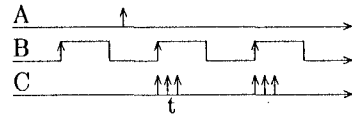


図-2 ストロボ発光のタイミング

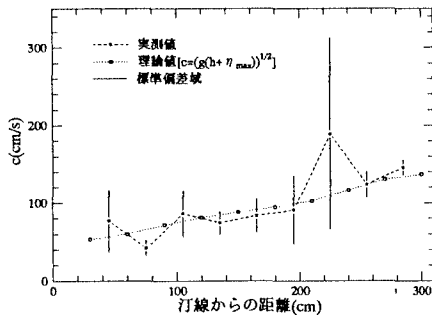


図-3 波速の理論値と実測値

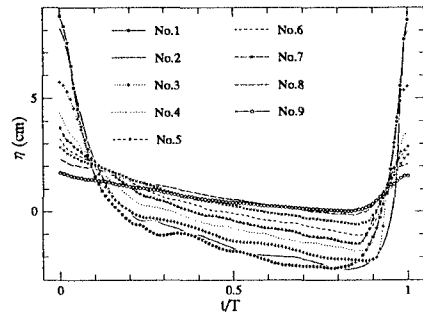


図-4 No.1～9 での 30 波分の平均変位

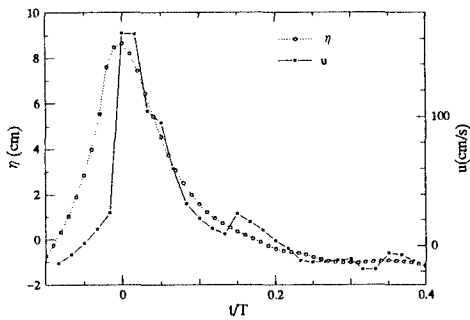


図-5 No.1 での撮影時位相での水面変位と表面流速

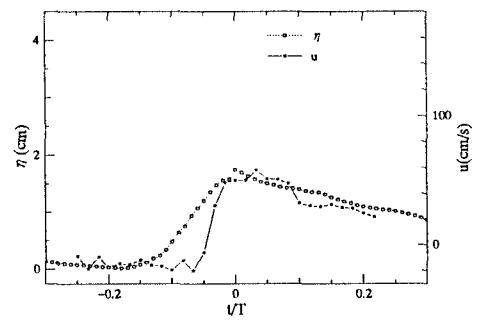


図-6 No.9 での撮影時位相での水面変位と表面流速

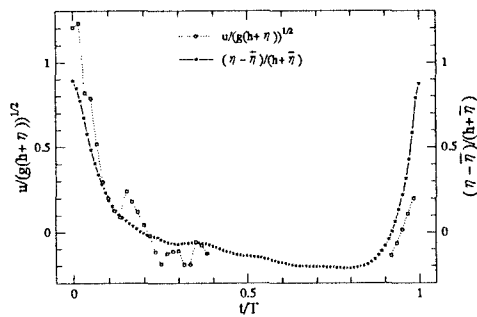


図-7 No.1 における無次元流速と無次元水位

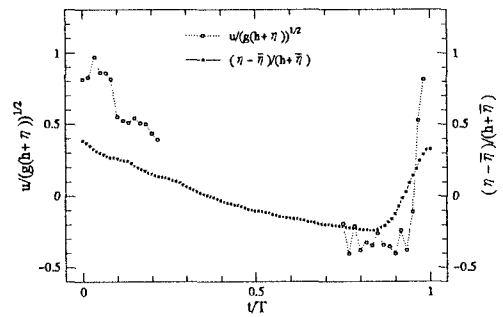


図-8 No.9 における無次元流速と無次元水位