

砕波による乱れに関する研究

鳥取大学工学部 正 員 野田英明

鳥取大学工学部 正 員 松原雄平

愛 知 県 正 員 〇稲垣佳之

〔はじめに〕 波が岸にちかづくにつれて、波形は変形しやがて波は砕け砕波と同時に水中に空気を連行する。この砕波帯で、発生する諸現象には、底質移動や物質の拡散、海浜流系の形成などがあり、これらの現象は砕波帯内における流速場と密接な関係がある。ところがそこには未解決の問題が数多い。本研究においては熱膜流速計を用いて実験室における砕波の乱れを測定しその乱れの特性を究明しようとするものである。

〔実験方法〕 図-1に示すように1/15一様勾配の斜面上の水深10cm付近において、砕波形式が巻波砕波(図-2)となるように入射波の特性を調整し、周期を $=1.2\text{sec}$ 、水深40cmの水平床部における波高を $h=6\text{cm}$ とした。熱膜流速計は、表面にコーティングを施した円柱状半導体製のプローブが電流により生じる放熱量をもち、この放熱量が流速に支配されることとしたものである。流速計の特性より出力電圧 $V1$ および $V2$ と流速 Un の間には次式の関係が成り立つ。

$$V1 + V2 = G \cdot Un^n \quad \dots\dots (1)$$

$$V1 - V2 = L \cdot Un^m \sin(\theta) \quad \dots\dots (2)$$

上式から明らかなように較正は既知の Un 、 θ を与えて、そのときの $V1$ および $V2$ の測定値から未知数 G 、 n 、 L および m を決定することになる。較正の結果、図-3より $G=1.196$ 、 $n=0.462$

図-4より $L=1.10$ 、 $m=0.245$ を得た。なお、 G および n は、

$\theta = 0^\circ$ における L および m は、 $\theta = -90^\circ$ の場合の係数である。

〔解析方法〕本研究では位相平均法を用いて乱れ成分を抽出する。流速測定量 u の波動成分 $\bar{u}$ は、次式のように与えられる。

$$\bar{u}(r, t) = \lim_{N \rightarrow \infty} -\sum_{n=0}^N u(r, t+nT) \quad \dots\dots (3)$$

ここに、 n = 波数 T = 周期

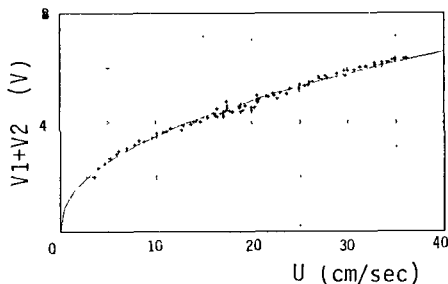


図-3 較正曲線 (1)

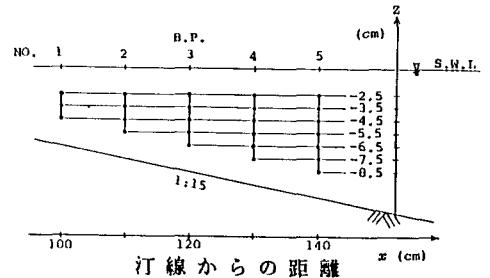


図-1 座標系および測定点

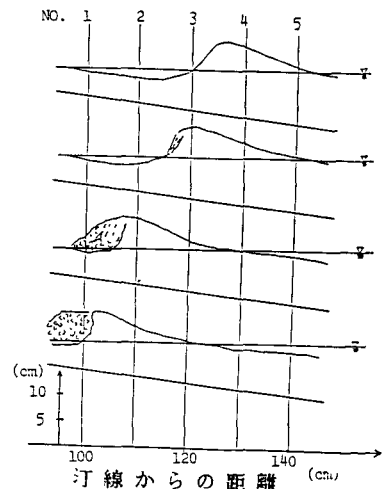


図-2 砕波形状の時間変化

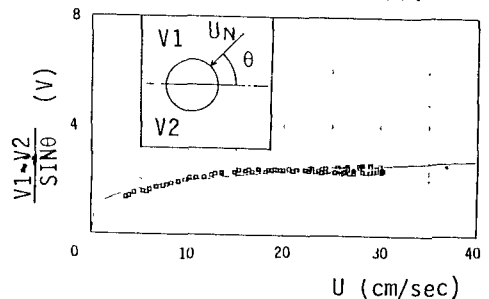


図-4 較正曲線 (2)

いま、 $n = 13$ 波、 T を実験の基本周期として流速成分の位相 $\omega t = 0$ は同時に記録した水面変動の時間変化記録からゼロアップ・クロス法で定めた $\omega t = 0$ を用いる。

流速成分の位相平均値と各位相における測定値との差で乱れを定義し、これを U' とすると、

$$U'(r, t) = U(r, t) - \bar{U}(r, t) \dots\dots\dots (4)$$

となる。つぎに二乗平均(乱れ強度)値を次式で定義する。

$$(\bar{U'})^2 = (1/n) \sum_{k=0}^n (U - \bar{U})^2 \dots\dots\dots (5)$$

同様に鉛直流速についても

$$W'(r, t) = W(r, t) - \bar{W}(r, t) \dots\dots\dots (6)$$

$$(\bar{W'})^2 = (1/n) \sum_{k=0}^n (W - \bar{W})^2 \dots\dots\dots (7)$$

とし、レイノルズ応力を次式で定義する。

$$\overline{U'W'} = (1/n) \sum_{k=0}^n U'(r, t) \cdot W'(r, t) \dots\dots\dots (8)$$

〔結果と考察〕図5、6は上から水面変動、水平、鉛直流速を示し各流速には平均流速、第一波目の流速、乱れ成分を示す。図-5は砕波点浅水部で水平および鉛直流速とも乱れが生じているのが特に波形が谷の位相において鉛直流速に大きな乱れがみられる。図6は、砕波後で水平および鉛直流速とも大きな乱れが生じている。とくに鉛直流速は全般にわたって、大きな乱れがみられる。これは砕波によって水面から水塊が突入するためによるものと考えられる

図-7、8は、それぞれの乱れ強度 $\bar{U'}^2$ 、 $\bar{W'}^2$ の鉛直分布を示すものであり、両者とも水面にちかづくにつれてその値が大きくなる向がわかる。図9はレイノルズ応力を示すものであって、一般的に底面から水面にちかづくにつれて $-\overline{U'W'}$ の値は正から負の値にわる。とくに測点No. 2(砕波直後)におけるレイノルズ応力の変動は、他と比べて著しい。

〔おわりに〕これらの結果から、砕波前では乱れ強度やレイノルズ応力に顕著な変化はない。砕波点において、レイノルズ応力は砕波前とは異なる傾向を示し、砕波後には大きな乱れが生じているのが分かる。

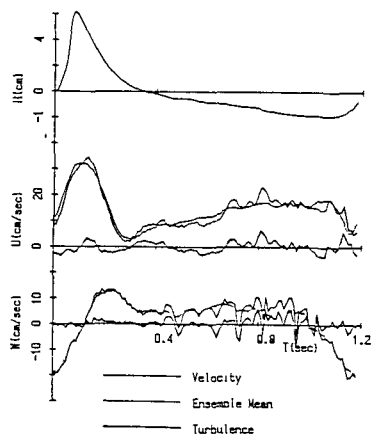


図-5 砕波点浅水部

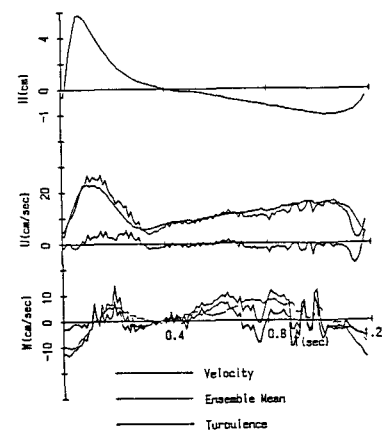


図-6 砕波点直後

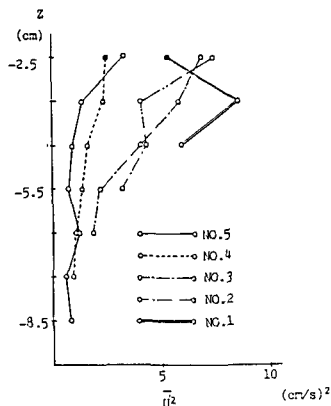


図-7 乱れ強度 $(\bar{U'})^2$ の鉛直分布

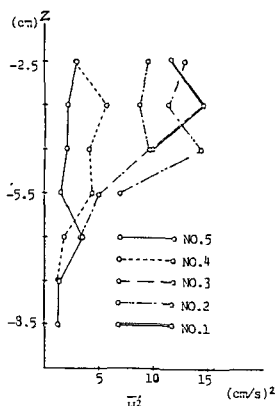


図-8 乱れ強度 $(\bar{W'})^2$ の鉛直分布

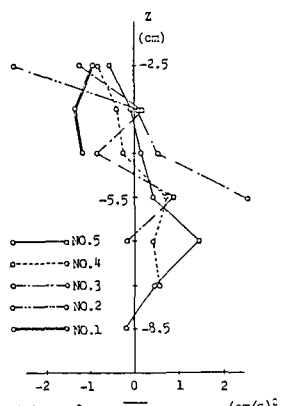


図-9 $-\overline{U'W'}$ レイノルズ応力の鉛直分布