

砕波による乱れに関する実験的研究

鳥取大学工学部 正 員 野田英明

鳥取大学工学部 学生員○坂本達也

1. はじめに 砕波による水面の変動については、近年多くの研究がなされ大きな進歩をとげつつあるが、砕波内部での流体现象を完全に把握するまでに至っていない。この水理現象を解明することは海浜の侵食や堆積といった重要な問題の解決に不可欠といえよう。そこで著者らは実験水槽において、砕波点付近での水粒子速度をホットフィルム流速計を用いて測定し、その複雑な水理特性の解明を試みた。

2. 実験方法ならびに解析方法 表-1は本研究での実験条件を示したものである。水粒子速度の測定には、水平および鉛直方向の流速成分を同時に検出可能なホットフィルム流速計を使用した。図-1は砕波点を中心として設定した測点および座標系を示したものである。各測点で少なくとも50波以上について流速計および波高計の出力をデータレコーダーに収録するとともに、100Hzのサンプリング周波数でA/D変換し、データ処理した。

データ解析方法では、アンサンブル平均法によって式(1)に示すように、流速変動より乱れを抽出した。

$$u(r, t) = \bar{u}(r, t) + u'(r, t) \quad (1)$$

ここに、 u :波動成分 u' :乱れ成分 r :位置ベクトル t :時間

また、波動成分 u は

$$u(r, t) = \lim_{N \rightarrow \infty} (\sum_{n=1}^N u(t + nT)) / N \quad (2)$$

となりここに、 N :アンサンブル平均を行う波数 T :波動成分の周期である。今回の実験では $N=14 \sim 15$ 波とし、水平方向および鉛直方向成分について乱れを抽出し、それぞれを u' および w' として、

$$u'(r, t) = u(r, t) - \bar{u}(r, t) \quad (3)$$

$$w'(r, t) = w(r, t) - \bar{w}(r, t) \quad (4)$$

と表した。

3 実験結果および考察 実験では、まずホットフィルム流速計、超音波流速とビデオ解析の3方法で流速測定を行い、それらの比較を行った。図-2はホットフィルム流速計と他の2つの方法による流速測定と比べた図である。ただし、超音波流速計は水平成分のみを検知するものである。また、ビデオによる中立トレーサ追跡手法はLagrange系の流速測定であることに注意を要する。図2の(b)に示す水平方向流速 U は、ピーク時にホットフィルムの値が他に比べて大きく、またビデオ解析と他の2つを比べると位相にずれが認められる。図2-(c)の鉛直方向流速 W は、ホットフィルム流速計とビデオ解析結果の間で大きさがかなり異なっている。

図-3は乱れ成分を抽出し、レイノルズ応力の時間変化を表している。 $t=0.05s$ 付近でレイノルズ応力が正のピークとなっている。これは u' が正、 w' が負によるものでsweepとよばれる現象であり、流体塊の水面

表-1 実験条件

ケース	1	2
斜面勾配	1/15	
一様水深部	40cm	
波の周期	1.1sec	
一様水深部波高	7.5cm	8.3cm
沖波波形勾配	0.043	0.048
砕波形式	巻き波	崩れ波

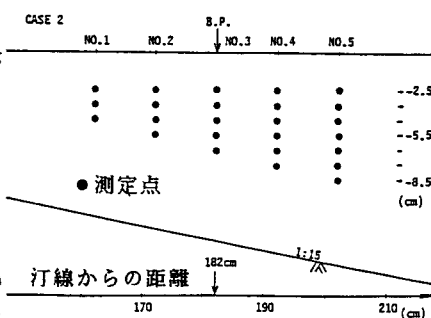


図-1 座標系および測定点

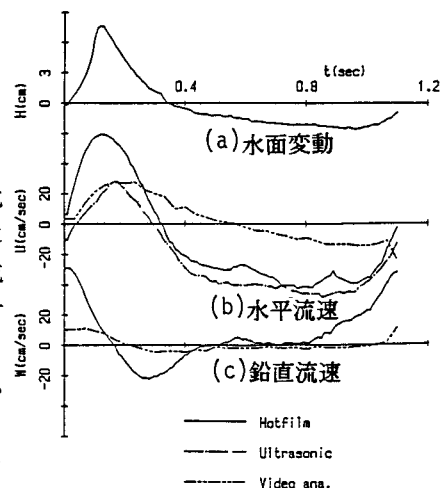


図-2 ケ-2 砕波直後浅水部

への突入に伴うものと思われる。また、 $t=0.5\text{s}$ 以降で水平方向の乱れに大きな変動が見られる。

図-4は、水平方向の乱れ成分 u' を時間平均し、その値の空間分布を示すものである。横軸は汀線からの距離、縦軸は水深を表し u' の大きさを横方向に取り、それらの点を鉛直方向に実線で結んでいる。ほとんどが u' の値が底面近くで小さくなっている。水面近くでは砕波点(B.P.)よりも沖側においてもかなり大きな値を示している。

図-5は各測線ごとにレイノルズ応力を表したものである。この図にみられるように、今回の実験結果からはケース1およびケース2ではほとんどが負の値であるが、稲垣¹⁾の実験結果では水深の増大と伴に負から正と変化している。

4. 結語 本研究で得られた結果をまとめると次のようになる。

1. 同一条件下での実験であっても流速測定法により流速の大きさ、流速波形の位相など、かなり異なることがわかった。
2. 砕波点付近における流速の波動成分は波の前面で大きく、流向の変化も急激である。一方、乱れ成分に関しては砕波後、流体塊の水面への突入に伴い、レイノルズ応力に正のピーク(sweep現象)が起こり乱れ強度 u' の投入点付近で最大となっている。
3. u' の空間分布から砕波点より沖側においても水面近くでは u' の値が大きく、沖向きに乱れが伝播することがわかった。
4. レイノルズ応力の空間分布は複雑な変化を示しており、未解決の点も多く数多くのデータにより今後さらに検討する必要がある。

(参考文献)1)野田・松原・稲垣:砕波による乱れに関する研究 第38回土木学会中四国講演会概要集pp193~194, 1986

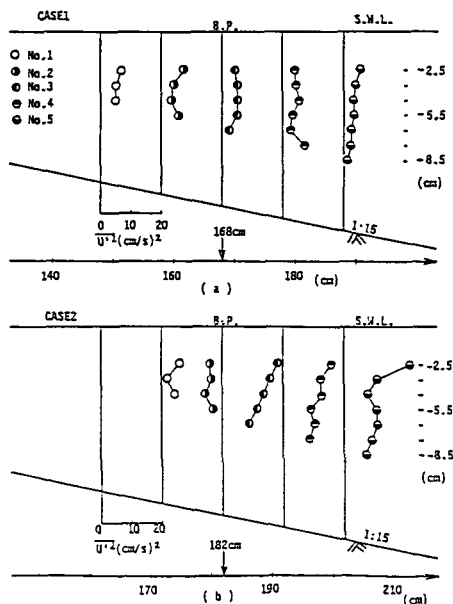


図-4 乱れ強度(u')の空間分布

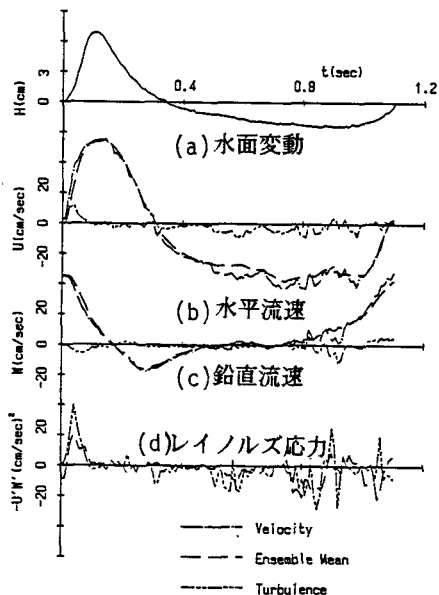


図-3 ケース2 砕波直後浅水部

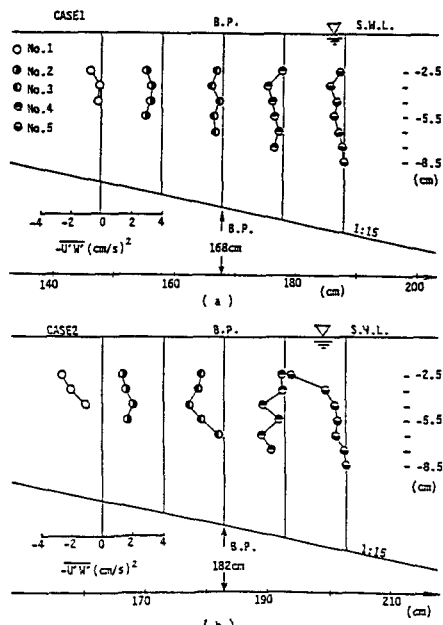


図-5 レイノルズ応力($-u'w'$)の空間分布