

中央大学 理工学部 正・青野 利夫
中央大学 理工学部 正 服部 昌太郎

1. まえがき

砕波帯内における流速場の機構を実験的に解明する試みが、最近の測定技術の進歩に伴ってかなり行なわれるようになってきた(例えば難岡ら(1981))。しかしながら砕波帯内では、砕波による気泡の混入、強い乱れ、定常流速などが同時に存在し、非常に複雑な流速場を形成しているため、その機構は未だ十分に解明されていない。本研究は、この流速場の時間的・空間的な特性を位相平均法を用いて実験的に解明することを試みたものである。

2. 実験装置および方法

実験は、 $0.3\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 2.0\text{ m}$ の両面ガラス張りの2次元波動水槽に $1/20$ 勾配斜面とそれに接続する水平床を設置して行った。実験に用いた波は、周期 1.0 秒、一様水深部の波高 2.97 cm 、換算沖波波形勾配 0.021 、砕波形式は巻き波と崩れ波の中間型であった。

流速測定はsplit型熱膜流速計(TSI社製)を使用して行った。また水面変動測定は、容量式波高計(KENEK社製)により流速測定断面と造波装置前方の一様水深部の2ヶ所で行った。実験は入射波波形が定常となった時点より開始し、これらの測定出力はデータレコーダ(TEAC社製)に記録した。

測定データは、サンプリング間隔 500 Hz で 70 秒間分をAD変換して処理を行った。データ解析には、水面変動を基準とした位相平均法に条件付抽出法と最小2乗法を組み合わせた方法を採用した。この方法によっての乱れ成分のr.m.sと 2σ のr.m.sを一周期平均したものの比が $5\% \sim 13\%$ 以上の波を棄却した。また個々の波(水位変動)は、ゼロダウンクロス法によって定義した。

3. 実験結果と考察

図-1は砕波点における各測定点での流速ベクトルの経時変化を示したものである。この図から波谷部では、流速ベクトルの方向は殆ど変わらず鉛直流速の影響はあまり見られないが、波谷部から波面立ち上がり部にかけて流速ベクトルは、大きさ、方向ともに急激な変化を見せている。また底面付近では位相が若干進んでおり、振動流における先走りの様な現象が見られる。次に図-2は砕波帯内の定常流速の断面分布をベクトルによって示したもので、 L_b は砕波点での波長である。全体的な流れのパターンは冲向きで $x/L_b = 1$ から砕波点にかけて徐々に上向きになる流れが卓越している。また $x/L_b = 0.6 \sim 1$ にかけて渦対のようなものが見られる。次に図-3、図-4、図-5は位相平均によって得られた水平・鉛直方向の乱れ強度、レイノルズ応力を一周期平均したものの断面分布を示したものである。図-4、図-5から乱れ強度はPlunging Point(以下P.P.と略)まで鉛直方向にほぼ様な分布を示すが、それ以後は波谷の近傍に強い乱れが集中している。レイノルズ応力はP.P.まで殆ど0に近い値をとり、それ以後は、乱れ強度と同様な傾向を示している。また乱れ強度、レイノルズ応力と

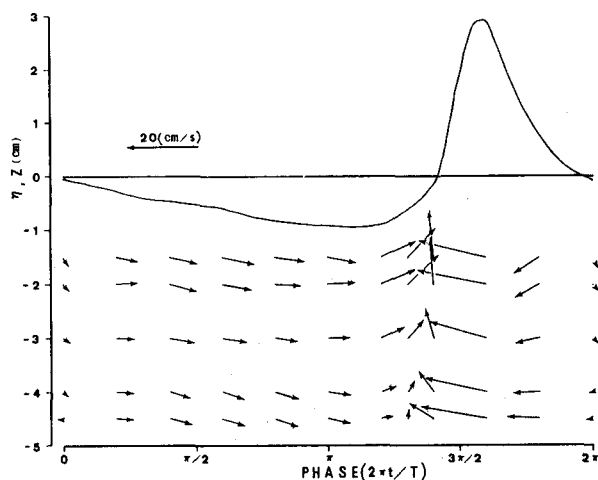


図-1 流速ベクトルの経時変化

も最大値は砕波点より0.5~0.7波長の付近に存在しP.P.よりかなり先にある。次に定常流と乱れとの関係を見てみると、 $X/L_b = 0.6 \sim 1$ に見られる渦は乱れの最大値の領域とは若干ずれているが、比較的強い乱れの存在する領域にあり両者の間には何らかの関係がありそうである。また砕波点とP.P.の間での乱れに定常流による移流の効果があると思われる。次に乱れ諸量間の関係について

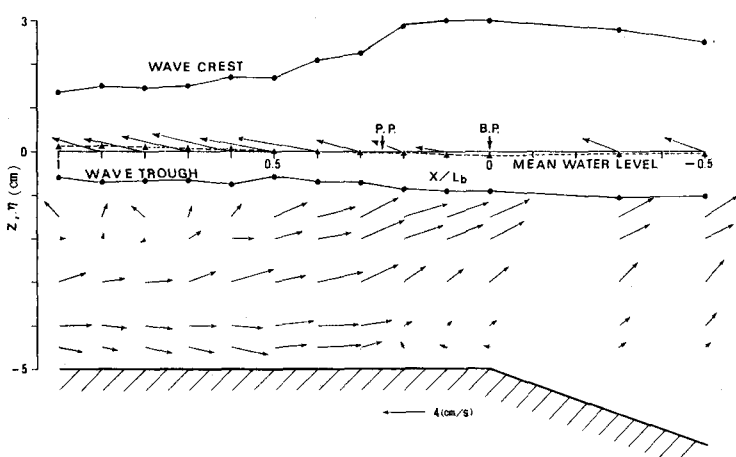


図-2 定常流速の断面分布

て見てみるとP.P.まで水平・鉛直方向の乱れ強度はほぼ同程度の値を示すが、それ以後になると両者とも傾向は同様であるが波谷の近傍では、鉛直方向の乱れ強度は水平方向に比べて8割程度の強さになっている。次にレイノルズ応力と乱れ強度との関係を見てみると最大値の発生している領域は、ほぼ同一の箇所にある。ここで興味深いのは、砕波点から、P.P.にかけての領域で、ここでは水平・鉛直方向の乱れ強度は、ほぼ同一の値をとり、レイノルズ応力の値は0に近い値をとっている。それがP.P.を過ぎると水平・鉛直方向の乱れは、等しくなくなりレイノルズ応力もかなり大きな値を示す。このことは、砕波帯内において、砕波点からP.P.にかけて等方的な乱れが存在し、波がP.P.に突込むことによって、急激に不等方的な乱れに変化することを示しているのではないかとと思われる。このことについては、砕波帯内の流速場の特性をさらに詳しく調べる必要がある。

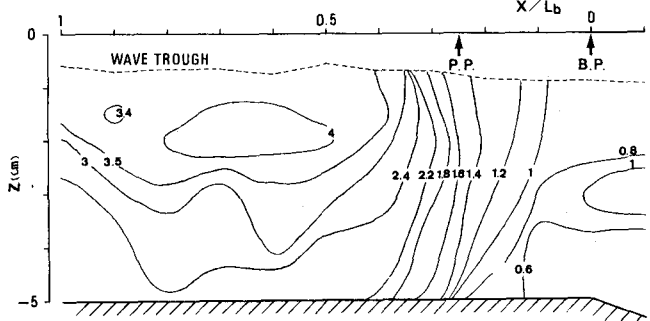


図-3 水平方向乱れ強度の断面分布 ($\sqrt{w'^2}$: cm/s)

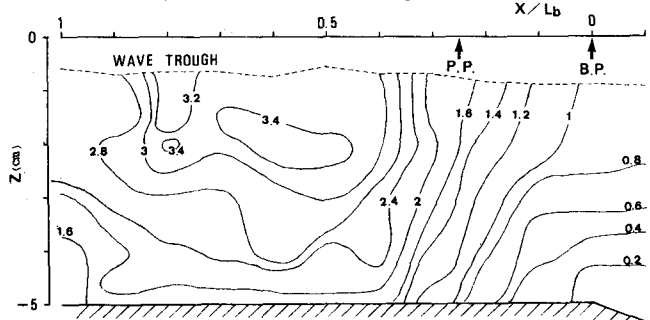


図-4 鉛直方向乱れ強度の断面分布 ($\sqrt{w'^2}$: cm/s)

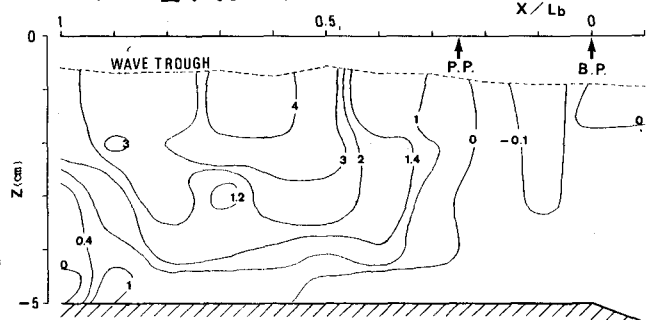


図-5 レイノルズ応力の断面分布 ($-\rho \bar{u'w'}$: cm^2/s^2)

謝辞

本研究を行うにあたり、数々の貴重なご助言を承った、中央大学水口優助教、横浜国立大学磯部雅彦講師、中央大学大学院大橋正和氏に対して謝意を表す。

引用文献

瀬岡 5 (1981): 第28回海岸工学講演会論文集, PP. 24~28.