

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

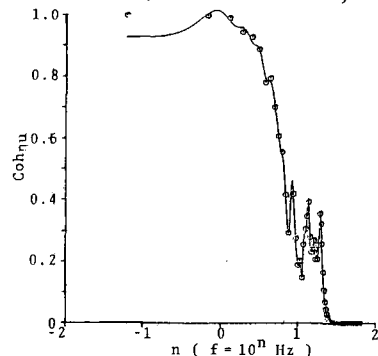
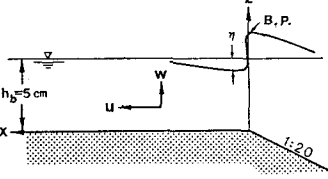
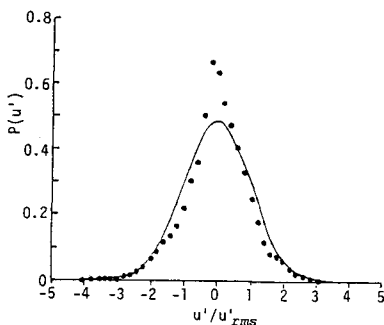
1. まえがき 砕波による乱れの時・空間構造特性を実験的に解明するに当って、測定記録より流体運動の波動・乱れの2成分を分離する方法が、その結果に大きく影響する。著者らはすでに位相平均法によって分離した砕波の乱れ特性に関して報告<sup>2), 2)</sup>したが、この分離法では砕波後の波動場での乱れを定義する上で、若干の問題が存在することを示した。そこで本研究では、水面・流速変動間で相関のある成分を波動成分と定義し、 $coh_{qu}$  を周波数特性とする数値フィルターを使用して乱れ成分を抽出し<sup>3), 4)</sup>、乱れの確率密度関数などの統計量によって波動・乱れ成分の分離法の妥当性と共、乱れの空間特性を検討する。

2. 実験方法と解析方法 本論文で利用した測定データは、文献1)と2)でのものと同一であるので、実験方法などの詳細はこれらの文献を参照されたい。実験波は、周期1

s、入射波高2.97 cmで、図-1に示す模型地形上で弱い巻き砕波形式

で砕波する。水面・流速変動測定記録は、その70秒間分をサンプリング間隔500 HzでAD変換し、電算処理を行った。流速変動( $u = \bar{u} + U + u'$ ,  $w = \bar{w} + W + w'$ ,  $\bar{u}$ と $\bar{w}$ ; 時間平均成分,  $U$ と $W$ : 波動成分,  $u'$ と $w'$ : 乱れ成分)

図-1 座標系と記号

図-2  $coh_{qu}$ の周波数特性図-4  $u'$ の確率密度関数

分の波動成分を抽出する数値フィルターは、その周波数特性が測定結果より得られる $coh_{qu}$ とする非再帰型のもので、フィルターの打ち切り項数はフィルター項の相対誤差が1/500となるよう決定した。本研究では、打ち切り項数 $N = 162 \sim 422$ であった。

3. 実験結果と考察 図-2~4は、 $x/L_b = 0.5$ ,  $z/h_b = 0.4$  ( $L_b$ : 砕波点での波長)でのデータ解析結果で、図-2は $coh_{qu}$ の周波数特性、図-3は $u - \bar{u}$ ,  $w - \bar{w}$ の変動と、波動成分(破線)と乱れ

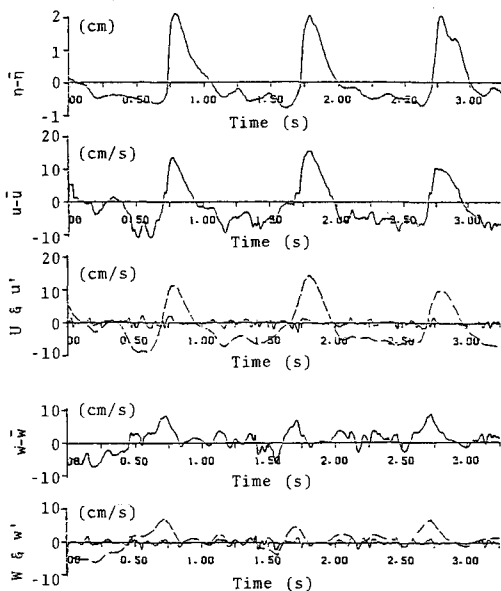


図-3 波動・乱れ成分の分離結果

成分の分離結果、また図-3は $u'$ の確率密度関数(実線は平均値と $u'_{rms}$ を一致させた正規分布)である。 $x/L_b = 0.5$ の地点は、砕波の突込み点の岸側であり、水面変動自体も非常に複雑な変動を示す。しかし図-3に見られる様に、波動・乱れ両成分の分離およ

び $u'$ と $w'$ の変動量も妥当と認められる。

乱れ成分 $u'$ と $w'$ の確率密度関数は、場所的に若干の差があるが基本的な分布形は図-4と同じで、乱れの非定常性の効果が認められる。

図-5は、乱れ強度 $u'_{rms}$ 、 $w'_{rms}$ の空間分布を示したもので、 $x/L_b$ は碎波点よりの相対距離、また図中にプロットされた数字は、水底面よりの相対距離 $z/h_b$ を意味する(例えば数字6は、 $z/h_b = 0.6$ )。突込み点( $x/L_b = 0.2$ )を過ぎると、 $u'_{rms}$ 、 $w'_{rms}$ は急激に増大し、 $z/h_b < 0.4$ では $0.4 \leq x/L_b \leq 0.8$ の区間ではほぼ一定の値となる。一方、水面付近( $z/h_b \geq 0.7$ )では自由水面の崩壊による乱れの生成によって、高エネルギーレベルの乱れが保持され、これが碎波の進行と共に $z/h_b = 0.4$ 付近までこの影響が達している。

図-6は、乱れの確率密度関数の歪度( $S_u'$ と $S_w'$ )また図-7はその偏平度( $F_u'$ と $F_w'$ )と正規分布の平滑度( $F_g = 3$ )との比の空間分布をそれぞれ示したものである。実験値のパラッキがあるものの、以下の事柄が認められる。すなわち、

1.  $x/L_b$ と共に $S_u'$ は漸増し、また $S_w'$ は突込み点付近で最大値をとりその後漸減する。特に、 $x/L_b > 0.2$ の区間では、水面付近( $z/h_b > 0.4$ )の $S_u'$

の減小率は、水底付近のものより大きい。この事は、碎波によって生成する乱れ変動に、波面の崩壊による影響が非常に大きい事を示唆している。なお、 $x/L_b < 0.2$ で $S_u' < 0$ となる理由は未だ不明である。

2.  $x/L_b < 0.2$ を除くと、偏平度は $x/L_b$ の増大と共に減小し、乱れの確率密度関数は正規分布のそれに近づくことが認められる。

3.  $z/h_b \geq 0.6$ では、 $F_u'$ は $0.7 \leq x/L_b \leq 1.0$ 、 $F_w'$ は $0.5 \leq x/L_b \leq 0.8$ の区間で比較的大きい値をとる。これらの区間では図-5に見られるように乱れの変動量は大きい。Klebanoff<sup>5)</sup>が偏平度と乱れの間欠性との間に関係があることを示唆しているように、碎波による水面付近の乱れは間欠性の強いものと云える。

以上の実験結果より、Cohzuを使用した数値フィルター法による波動・乱れ成分の分離は妥当なものと認められる。また碎波による乱れの構造には、底面よりの剪断乱れより碎波による水面よりの乱れの影響が非常に大きい事が示された。

[引用文献] 1) 青野5, 第37回年講概要集, 1982, 2) 青野5, 第28回海講論文集, 1982, 3) 水口, 第37回年講概要集, 1982, 4) 青野5, 第14回乱流シンポ, 1982, 5) Klebanoff, NACA Rept. 1247, 1955.

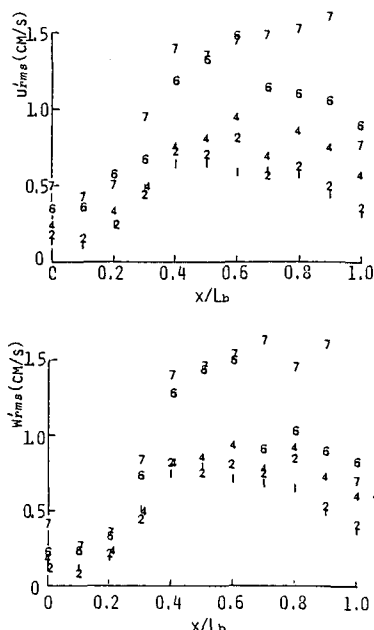


図-5 乱れ強度の分布

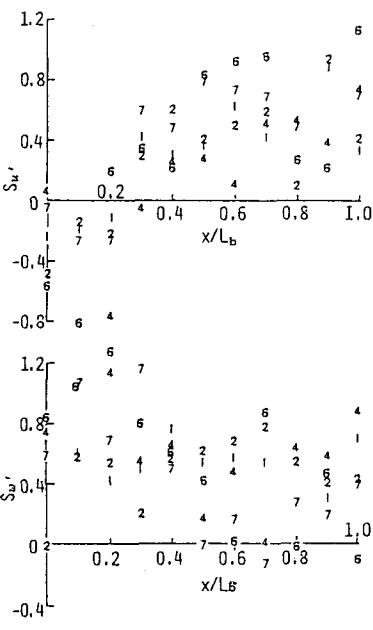


図-6 歪度の空間分布

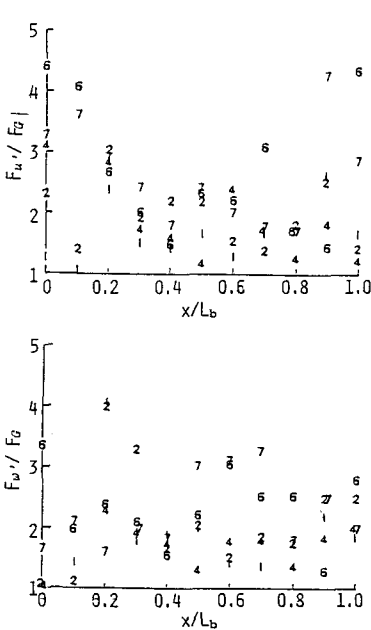


図-7 偏平度の空間分布