

II-69

砕波帯内の波高水深比分布と断面平均冲向き定常流

中央大学大学院 学生員 有村 盾一  
中央大学理工学部 正 員 服部昌太郎

1. はじめに 一様および複合斜面上の遡上運動機構を解明するため、固定床実験を行っている。本報告では、遡上域での底質輸送に重要な役割を持つと考えられる、砕波帯から遡上域にかけての波高水深比分布と断面平均冲向き定常流に着目し、これらの特徴的傾向を検討する。

2. 実験装置と測定方法

両面ガラス張り二次元波動水槽内(0.3m×0.5m×20m)に、勾配( $\tan\alpha$ )1/5,1/10,1/20の不透過斜面を使用して、一様勾配斜面と複合斜面（法先水深  $h_d$ :0cm,2.4cm,5.0cm）とを形成し、規則波を入射させ実験を行った。入射波諸量は、一様水深部( $h=30\sim32$ cm)に設置した3本の分圧式波高計7ヶによる水面変動記録から、砕波帯から遡上域にかけての水面変動量は、高速ビデオ(200コマ/s)と波高計7ヶを併用して測定し、えられた位相平均水面波形と遡上先端流速を用いて、流体運動の連続式から、断面平均流速の時空間分布を算出した。実験条件は(表-1)、 $\text{surf similarity } \Gamma = \tan\alpha / (H/L)^{1/2}$ 、斜面上の波数( $\ell/L$ )、相対法先水深( $h_d/H$ )を考慮して、入射波諸量を設定した。ここで、 $H$ は入射波高、 $L$ は入射波長、 $\ell$ は静水汀線から斜面法先までの水平距離である。

3. 実験結果とその考察

3.1 砕波帯内での波高水深比の岸沖分布

砕波限界条件を $\gamma = H_b/h_b$ とすると、極浅海波の砕波限界として $\gamma = 0.8 \sim 1.0$ (崩れ砕波)、 $\gamma = 1.0 \sim 1.2$ (巻き砕波)と、砕波形式により $\gamma$ 値が変化する(Battjes,1974)。そこで、図-1(a)と(b)に、それぞれ砕波形式別((a)崩れ砕波、(b)巻き砕波)の波高水深比 $\gamma (=H/(h+\bar{\eta}))$ の岸沖分布を示す( $x/x_B$ :無次元水平距離、 $x_B$ :静水汀線を基準とした砕波帯幅、 $\bar{\eta}$ :平均水位、黒塗り:砕波帯内)。崩れ砕波と巻き砕波はともに、基本的には $\gamma = 0.8 \sim 1.0$ および $1.0 \sim 1.2$ とみなされる。breaker zoneとsurf zoneでの崩れ砕波の減衰過程はゆるやかで、水深変化に応じて $\gamma$ 値は若干減少する。一方、巻き砕波の場合は、砕波頂の打ち込み点で跳波(splash)が発生するため、 $\gamma$ 値は大きく変動する。また、両者とも波が遡上域(swash zone)に到達すると、静水汀線～平均汀線間では、入射波は平均水面 $\bar{\eta}$ 上を段波状で遡上するため、 $\gamma$ 値が急激に増大( $\gamma = 1.0 \sim 3.0$ )する。このように砕波帯から遡上域にかけて、遡上波形式の遷移に対応して $\gamma$ 値が変化している。

表-1 実験条件

| 一様斜面  |       |        |       |            |          |                |                |             |             |       |
|-------|-------|--------|-------|------------|----------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------|
| 実験No. | H(cm) | T(sec) | H/L   | h(cm)      | $\ell/L$ | $\tan\alpha$   | $\Gamma$       | $\ell(1)$   | $\ell(2)$   | 砕波形式  |
| 1     | 5.08  | 0.8    | 0.051 | 32         | 1.6      | 0.2            | 0.89           |             |             | 巻き    |
| 2     | 5.20  | 0.8    | 0.052 | 32         | 3.2      | 0.1            | 0.44           |             |             | 巻き・崩れ |
| 3     | 2.37  | 1.25   | 0.013 | 30         | 1.6      | 0.1            | 0.89           |             |             | 巻き    |
| 4     | 2.27  | 1.25   | 0.012 | 30         | 3.2      | 0.05           | 0.44           |             |             | 崩れ    |
| 複合斜面  |       |        |       |            |          |                |                |             |             |       |
| 実験No. | H(cm) | T(sec) | H/L   | $h_d$ (cm) | $h_d/H$  | $\tan\alpha_1$ | $\tan\alpha_2$ | $\Gamma(1)$ | $\Gamma(2)$ | 砕波形式  |
| 5     | 5.30  | 0.8    | 0.053 | 0          | 0.0      | 0.10           | 0.2            | 0.43        | 0.87        | 巻き・崩れ |
| 6     | 5.20  | 0.8    | 0.052 | 0          | 0.0      | 0.10           | 0.2            | 0.44        | 0.88        | 巻き    |
| 7     | 2.26  | 1.25   | 0.012 | 0          | 0.0      | 0.05           | 0.1            | 0.46        | 0.91        | 崩れ    |
| 8     | 2.48  | 1.25   | 0.013 | 2.4        | 1.0      | 0.05           | 0.1            | 0.43        | 0.87        | 崩れ    |

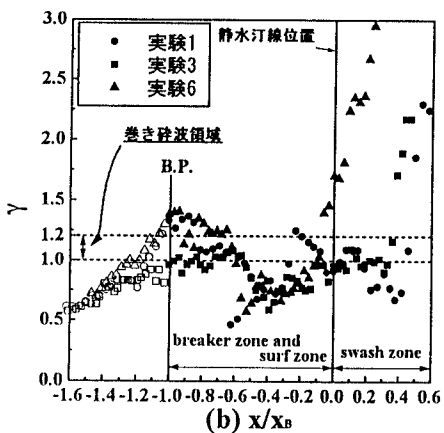
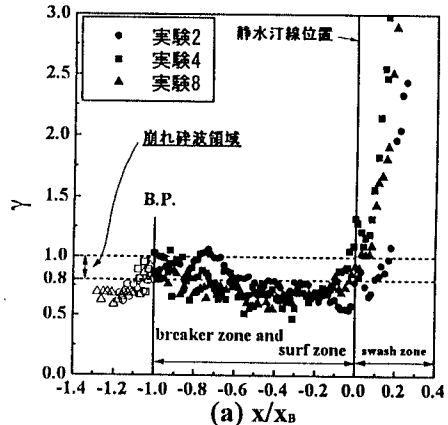


図-1  $\gamma$ の岸沖分布

### 3.2 砕波帯内での断面平均冲向き定常流の岸沖分布

冲向き定常流(undertow)の発生因として、これまで砕波による岸向き質量輸送の補償、戻り流れ、渦の影響等、さまざまな原因が挙げられている(Svendsen, 1984、柴山ら, 1985)。静水汀線から平均汀線近傍の打ち下げ点では undertow が存在し、底質輸送にも寄与すると考えられる。しかし、この地点での undertow の鉛直分布を測定することは困難であるため、砕波帯から遡上域にかけての断面平均流速の時間変動から定常流の算出を試みた。

図-2の(a)~(d)は、一様勾配斜面と複合斜面の砕波形式別 4ヶ所について、波高  $H$  (■)、断面平均冲向き定常流速  $\bar{U}$  (▲)、波頂高( $\eta_{\max}$ :○)と波底項( $\eta_{\min}$ :●)および平均水位( $\bar{\eta}$ :破線)を示したものである。断面平均流速算定の精度に若干問題はあるものの、定性的には崩れ砕波(a)と(c)は砕波に伴う質量輸送が小さく、水深と波高変化がゆるやかなため砕波帯内の  $\bar{U}$  は比較的に小さい。また、岸方向に  $\bar{U}$  が増大しているが、これは砕波帯内と遡上域での波動形態が異なることに加えて、back wash の効果によると考えられる。一方、巻き砕波(b)と(d)では砕波に伴う質量輸送が大きく、砕波頂の打ち込みによる波高減衰も急激であるため、当然ながら砕波帯内の  $\bar{U}$  が大きい。また、前者にみられるような岸方向への  $\bar{U}$  の増大は顕著ではない。以上、定性的に妥当な結果がえられたが、一様斜面と複合斜面とでは明確な差はみられなかった。

### 4. おわりに

砕波帯から遡上域にかけて、砕波形式の違いと遡上波形式の遷移に対応して、波高水深比  $\gamma$  の岸沖分布が変化することが明らかとなった。また、断面平均冲向き定常流  $\bar{U}$  の算出を試みた結果、崩れ砕波は、巻き砕波に比べて  $\bar{U}$  が小さく岸向きに増大する、巻き砕波は  $\bar{U}$  が大きい、といった特徴を捉えることできた。

#### <参考文献>

- 1) 柴山知也・樋口雄一・岡安章夫 (1985): バックウォッシュと巻き砕波による砕波帯内流速場の構造, 海岸工学論文集, 第32巻, pp65-69.
- 2) Battjes, J.A. (1974): Surf similarity, Proc. 14th Coastal Eng. Conf., pp466-480
- 3) Svendsen, I.A. (1984): Mass flux and undertow in a surf zone, Coastal Eng., 8, pp.337-365

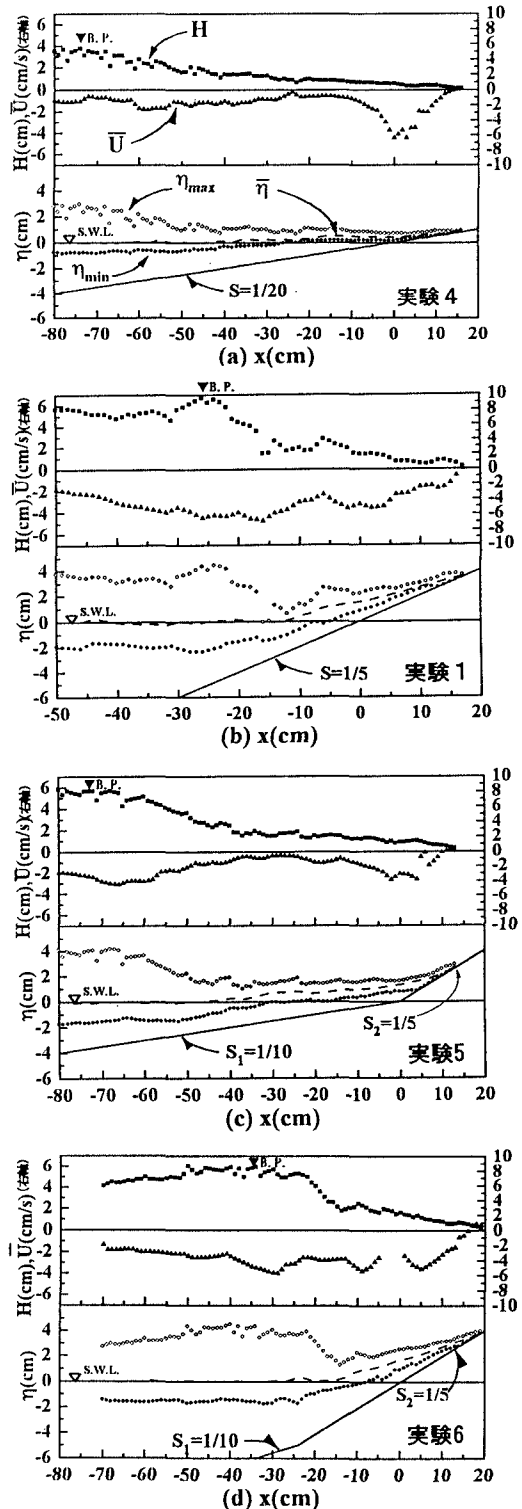


図-2  $H, \bar{U}, \eta_{\max}, \eta_{\min}, \bar{\eta}$  の岸沖分布