

斜面上の砕波による乱れの測定 (2)

京都大学工学部 正 酒井哲郎, 〇三反畑勇

1. まえがき 昨年度ホットフィルム流速計を用いて実験水槽内の斜面上で砕ける波による乱れを測定し、その結果をこの講演会でも発表した。ただしはじめの経験であったため、測定ケースは限られ、また測定装置、方法および解析方法に多くの問題があった。その後可能な範囲で改良を加えて再度測定をし、いくつかの興味ある結果を得たので報告する。

2. 実験装置および方法 ここでは、昨年度と異なる点、改良した点について述べる。用いた実験水槽が異なっているため、造波可能な沖波波形勾配 H_0/L_0 がやや大きく、今回は 0.088 (ケース A, 崩れ波型砕波) と 0.032 (ケース B, 崩れ波と巻き波の中間型砕波) の 2 種類である。斜面勾配は昨年同様 1/30 を考えたが、実際にはやや緩い 1/31 となった。ホットフィルムのフールプを支持するポイントゲージのロッドの片持ちばりとしての固有振動は、ポイントゲージを固定する台を出来るだけ低くして、その振動数を約 50 Hz 以上とし、実質上測定対象の乱れの周波数と分離した。フールプは、フールプ自体からの後流の影響のない 1 成分用フールプ (センサーは鉛直シリンダー、長さ 2 mm 以下, DISA 55 R13) を用いた。ホットフィルム流速計の較正曲線の決定には、静水中を鉛直に振動運動をする板 (京都大学工学部研究生 裴義光氏製作) にフールプをとり付けて上下運動をさせる方法をとった。測定点としては、鉛直方向の乱れの分布を調べるために、谷の高さよりやや下から底面上約 1 cm まで、5 ~ 6 点とった。ポイントゲージのロッドからの後流は、岸向きの流れの位相では影響しないが、冲向きの流れの位相では逆流して測定結果に影響を及ぼす。この点では改良されていない。ただし今回は谷の位相 (冲向き流れ) でも解析した。測定をした谷の高さ以下では、砕波によって連行された気泡の存在はまれで、測定値への影響はほとんどないと言える。

3. 解析結果と考察 測定は、ケース A, B とともに砕波点を含んで岸、沖方向に 6 個所、各個所で鉛直方向に 5 ~ 6 点とった。まず両ケースとも、同時に測定された容量式波高計とホットフィルム流速計の出力を 0.01 sec で A-D 変換し、較正曲線を用いて水位と流速値に直し、その 24 sec 間の変化を図化した。図-1 はその一例である。ホットフィルム流速計は、流れの向きを判別できないので、常に正の値をとっている。この図の場合は、水位波形と水粒子速度 u の波形との対応はよいが、一般には乱れの存在によって明瞭でなく、対応が可能な、すなわち峯と谷の間の位相で流速計

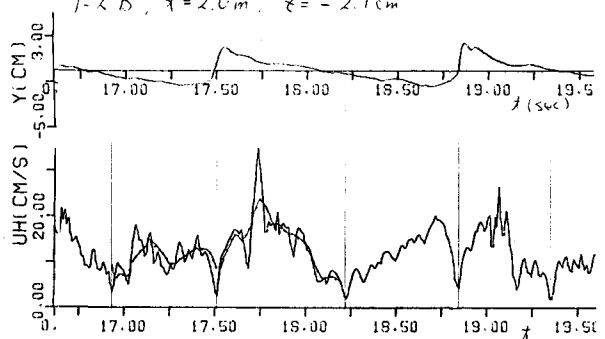


図-1 砕波帯の水粒子速度変動の例

Tetsuo SAKAI, Isamu SANDANBATA

の出力が急激に落ち込んでいる波のみを抽出し、峯と谷別々に昨年と同様の方法で乱れの強さを求めた。すなわち 0.1 sec の時間幅で移動平均を行ない、その結果を波による水粒子速度 u_w とし、解析した位相の間での $u' \equiv u - u_w$ の標準偏差 $\sigma_{u'}$ をもって峯および谷の位相での乱れとした。図-2 はケース B の結果である。図中には参考のために波高 H の変化も示している。 $x = 4.5 \text{ m}$ の砕波点では、峯の位相の水粒子速度には乱れがなく、谷の位相ではポイントゲージのロッドからの後流による変動がのっている。図-2 でわかるように、 $x = 4.5 \text{ m}$ での $\sigma_{u'}$ は峯、谷とも約 1 cm/sec 以下である。この値は、移動平均によるみかけの $\sigma_{u'}$ 、および谷の位相ではポイントゲージからの後流の程度を示すものと考えられる。したがって、 $x < 4.5 \text{ m}$ での測定値は、 1 cm/sec 以上の場合のみ有意な乱れの存在を示していると考えられる。図-1 と同様の各測定点での流速波形および図-2 の検討の結果、一般につぎのようなことが言える。

- ① 図-2 に示すように、砕波帯の水粒子速度は、砕波点の近傍および底面付近を除くと砕波による乱れが顕著である。
- ② 移動平均値からの標準偏差として定義された波の峯の位相における平均的乱れは、砕波点から次第に増加した後ほぼ一定で、値は 5 cm/sec 程度である。
- ③ 波の谷の位相での乱れは、峯の位相での乱れと同様の傾向を持っているが、値そのものは $1/2$ 以下である。
- ④ 同じ位相での最大の u_w で $\sigma_{u'}$ を割った値は、峯の位相の場合は、砕波点から岸側に向けて一度増加したのち減少する。その値は最大で約 25% であり、やはり水面付近で大きい。谷の位相の場合は、砕波点から増加した後ほぼ一定で、その値は最大約 15% 、やはり水面近傍が大きい。
- ⑤ レーザードップラー流速計を用い、位相平均によって乱れを定義した Stive (1980) の結果は、実験条件が異なるため直接比較することは出来ないが、波の峯と谷の位相での乱れの大きさの比は、約 2.0 でこの実験の結果と一致している。
- ⑥ 以上の他に、図-1 に示された図と同様の全測定点での流速波形の検討から、砕波帯の水粒子速度は水位波形と比べて一波一波の変動が大きく、位相平均で乱れを定義する方法は問題がある；同一測定点の乱れは時間的に変動しており、砕波による乱れが水面から間欠的に侵入している傾向がある；ケース A では B に比べて、汀線近くの水粒子速度は水位波形との対応がよく乱れも小さく、これは崩れ波型砕波の方が、砕波後の波の再成がはやい、などの点が指摘される。

この研究は文部省科学研究費によったことを付記する。

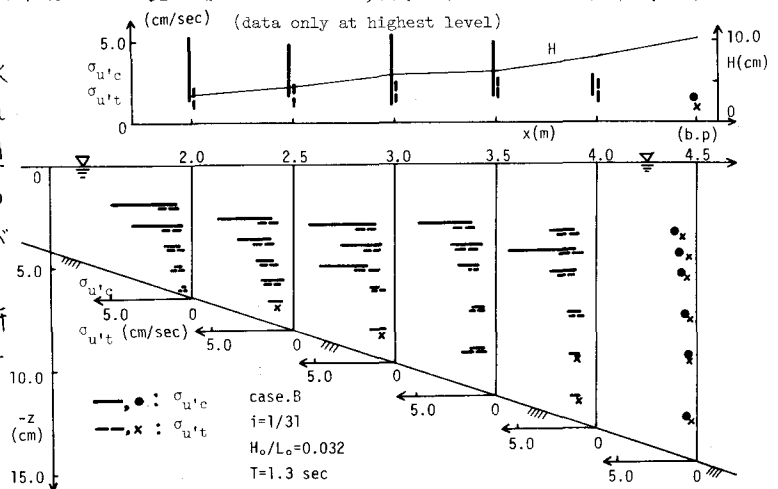


図-2 砕波帯における波の峯と谷の位相での砕波による乱れの分布