

斜面上の碎波後の乱れの測定

京都大学工学部 酒井哲郎, ○稲田義和

1. まえがき 碎波帯での水理現象は、海岸工学上のいくつかの重要な問題に直接関係しており、最近では海浜流の研究を中心に大きく進歩した分野である。しかしながら、例えば沿岸流理論を考えた場合、沿岸流の岸沖方向分布形状を現実に近い効果をもつる水平渦動粘性係数は、これまでは入射波の諸元などを用いて表現している。碎波帯内の渦動粘性係数の支配的要因と考えられる碎波による乱れに関しては、これまで実測された例はほとんどなく、はたして開水路流れにおける乱れのように、つねに外部からエネルギーを得て減衰することのない次元乱れとして存在しているかどうかという問題も含めて、全くわかっていない。ここでは、ホットフィルム流速計を用いて、実験水槽内の一様勾配斜面上で碎ける規則波の、碎波点以浅での碎波による水平方向乱れを測定しようとした試みを報告する。

2. 測定装置および方法 測定は、京都大学工学部土木工学教室地下実験室の波浪水槽（長さ27m、高さ70cm、幅50cm）で行なわれた。斜面勾配は1/30、一様水深部水深は30cmとした。ホットフィルム流速計は、DISA No. 55R61（ブルーグ）と55M01（アンプ）を用いた。このブルーグはX型で2成分を検出するタイプであるが、1成分のみ測定可能であったので、ブルーグを45°傾けて、フィルムが鉛直になるように設置した。同時に水位変動を測定するために、一様水深部、碎波点、流速測定点の3点に容量式波高計を設置した。流速計と波高計からの出力は、同時にデータレコーダーに記録した。ホットフィルム流速計は、水槽上を移動する台車に設置し、測定点を自由に移動させるとともに、その校正曲線を決定するために、静水状態で台車を種々の速度で移動させた。実験は2種類の沖波波形勾配 H_0/L_0 について行なった。各ケースとも、流速測定点は碎波点を含めて岸側に5点をとり、各測定点ではブルーグを波の谷の直下、底面から約1cm上、およびその中間の3点で測定した。流速計のキャリブレーションは、各ケースの実験前に行なった。

3. 解析方法 ホットフィルム流速計による測定の前に、同様の条件でフロベラ式流速計（フロベラ直径5mm）で、碎波点以浅の波による水平方向水粒子速度 u_w を測定した。その結果、 u_w 自体が一波毎に大きく変動していることがわかった。したがって、数多くの波について波の各位相で集合平均をとって乱れを定義する方法は、ここでは用いることが出来ない。一方、水粒子速度が冲向きの場合は、ブルーグの形状から、ブルーグから発生する後流が測定結果に含まれ、乱れと分離できない。そのため、ここでは岸向き流速についてのみ解析することにした。 u_w の変動が大きいので、同時に測定した流速測定点での水位変動記録の、水位が平均水面より高い位相の間で、流速が岸向きとは限らない。ここでは、水位が平均水面より高い位相の前後で、流速計の出力電圧が大きく落ち込む位相の間を、

Sakai Tetsuo, Inada Yoshikazu

流速が岸向きに位相と考へ、その間について解析することにした。ただし、このようにして位相範囲が抽出しうる波は多くなく、各測定点について10数波に限った。つぎに、抽出した位相範囲で、測定された水粒子速度の0.01 sec毎の値を移動平均(平均時間0.1 sec)として得られたものを u_w とし、

それからの偏差として乱れ u' を定義した。図-1はその一例である。乱れ強度は、その位相範囲での平均的な乱れ $\sigma_{u'}$ として、0.01 sec毎の u' の二乗平均をとり、それとその位相範囲での u_w の最大値 u_{wc} で割って求めた。なお解析は、波の谷直下での測定に限った。

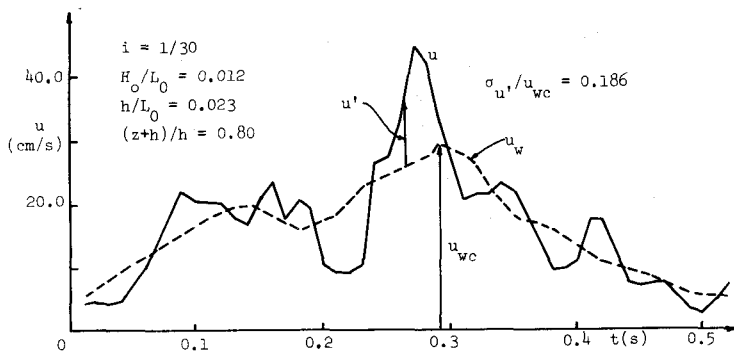


図-1 碎波点以浅の水平方向水粒子速度変化の例

4. 結果と考察 結果を検討する前に、乱れ測定上の誤差を検討した。そのうち乱れ強度に関係するのは、移動平均をすることによって生じる誤差で、0.05程度と推定できた。また測定記録には、プルーブの固有振動による変動が含まれていることがわかった。そこで乱れ強度を計算したときの波について、図-1と同様の図を描き、プルーブの固有振動数と同程度の周波数の変動が含まれているかどうかを検討した。また流速計の出力の記録波形をも検討し、明らかに乱れが認められないケースを判定した。図

-2は、こうして得られた碎波点以浅における水平方向乱れ強度と水深沖波波長比との関係を示したものである。図中○印は、各測定点で一波毎に変動する値の平均値を示し、また同一測定点での最大値と最小値をもつて、その変動の幅を示している。なお、図中↓印のついた測定点は、流速計の出力記録では、乱れが認められないことを示しており、計算値は上述の誤差によるものと考えられる。またそれ以外の測定点でも、その最小値付近の値の場合には、

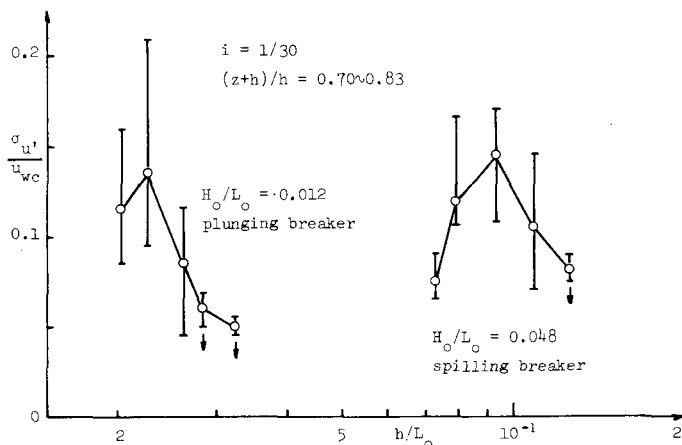


図-2 碎波点以浅における碎波による水平方向乱れの変化

プルーブの固有振動数と同程度の周波数の変動しかなく、乱れは存在しているかもしれないが、プルーブの固有振動による変動と分離できない。いずれにせよ、巻き波と崩れ波に対応する2つのケースとも、破波点以浅では乱れ強度は一度増加したのち減少していることがわかる。なおこの研究の一部は、文部省科学研究費自然災害特別研究(1)(岩垣雄一教授代表)によつたことを付記する。