

サージング・タイプの砕波による乱れ特性

九州大学 学生員 〇榎村 康史
九州大学 学生員 松尾 直邦
九州大学 学生員 並川 正
九州大学 正員 松永 信博

1. まえがき

近年、砕波帯内の底質の浮遊、運搬機構を解明するために、砕波帯内の流速測定が活発に行われ、乱れの特徴が明らかにされ始めている。その結果として、砕波帯には波が砕けることによって生ずる水平渦や斜降渦と呼ばれる組織渦が形成され、それが底質の浮遊に重要な役割を果たしていることが報告されている。⁽¹⁾ 本研究では、サージング・タイプの砕波によって生ずる乱れの挙動を可視化することによってどのような機構で組織渦が生じ、底質が浮遊するのかわかると同時に、砕波帯内の流速測定を行うことにより乱れの特徴を明らかにする。

2. 実験方法

実験は、長さ12m、幅15cm、深さ30cmの全面透明なアクリル板で作られた水槽内に、勾配4/100の斜板を設置して行われた。実験条件として、水深部の水深は29.8cm、入射波の周期は1.16s、波高は6.5cmの規則波である。砕波点の位置は、流体が静止している場合の汀線から沖向きに測られた距離(X)が195cmのところであった。図-1に、砕波点付近におけるサージング・タイプの砕波の様子を示す。砕波帯内の流れを可視化するためのトレーサーとして鋸屑を用いた。吸水した鋸屑は、若干水よりも重く、静止流体中では沈降するが、わずかな乱れによって巻き上がり、スリット光によって照らされた鋸屑は流れのパターンを撮影するのに十分な光を反射する特性をもっている。流れが可視化された断面は水路中央の鉛直面であり、流れのパターンは水槽に対して静止した35mmカメラで撮影されている。流速測定には、1成分L.D.V.(日本科学工業社製15mwヘリウムネオンレーザー)を用いて水平方向の流速を前方散乱方式で測定した。波高計は容量式を用い、流速測定点と常に同じ水平位置にセットされており、水面変位と流速との同時測定を行った。測定点として、水平方向に関しては $X=210\text{cm}$ の位置から約15cmの間隔で $X=91\text{cm}$ までの9点が選ばれ、鉛直方向の測点は0.5cmの間隔で合計86点、で測定された。信号は、データレコーダに収録され、サンプリング・タイム 8/1000 秒、データ個数 16,384 個でA.D.変換された。

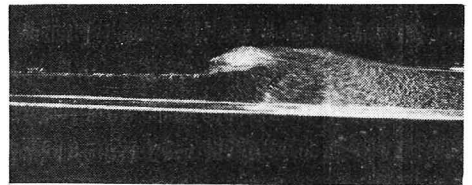
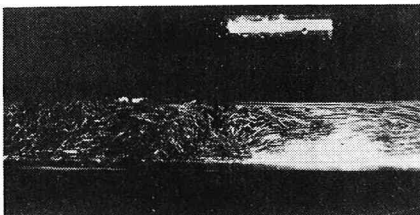


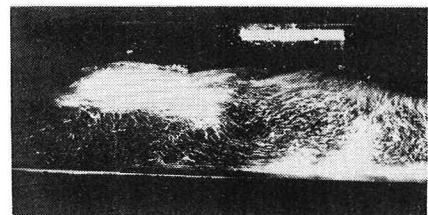
図-1 砕波の様子

3. 実験結果と考察

3-1 可視化による結果: 図-1は、砕波点付近の砕波の様子と鋸屑による浮遊の様子を示したものである。鋸屑は砕波点よりもわずかに岸側に堆積しており、海浜で見られる bar と類似したものであると考えられる。斜板上に堆積した鋸屑のため砕波点付近で全水深にわたって巻き上がりの量が多いことがわかる。図-2(a),(b)は、



(a)



(b)

図-2 砕波点付近の組織渦と巻き上がり(露光時間 1/8 秒)

破砕点付近も波の谷が通過するときと破砕直後における流れの様子を示したものである。スケールの長さ10cmで、図-2(b)は(a)より0.3秒後に撮影されたものである。図-2(a)から、谷の通過の際破砕点付近に堆積していた鋸屑がかなり巻き上がり、ているのがわかる。波の谷の通過によって流体は沖方向に流れるが、沖から入射してくる次の波の峰のために、その流体は正の圧力勾配をもつ流体場に流れ込むことになる。従って、底面付近で剥離渦が生じそれに伴って鋸屑が巻き上がるものと考えられる。渦の回転方向を可視化によって明確に示すことは困難であるが、ほとんど時計方向に回転していた。浮遊した鋸屑は、図-2(b)で示すように破砕による急激な波高の増加に伴う鉛直上向き流体運動によって水深全体にわたって巻き上げられる。図-3は、破砕が通過する際の破砕直下の流れのパターンを示したものである。破砕によって前方の水面が乱れる以前に、すでに鋸屑が底面より巻き上がっており、破砕によって生ずる組織渦とは独立であることがわかる。また、峰背後の流体運動は主として波動運動である。図-4は破砕帯内の巻き上がりの様子を示したもので、ある一定の波長をもつ巻き上がり、している様子が認められる。この様に、サージング・タイアの破砕を伴う流体場では、振動境界層の剥離という、従来言われている水平渦や斜降渦とは全く異なったメカニズムで生ずる組織渦が形成され、底質の巻き上げに重要な役割を果たすことが明らかとなった。

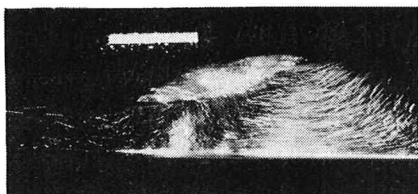


図-3 破砕直下の流れのパターン

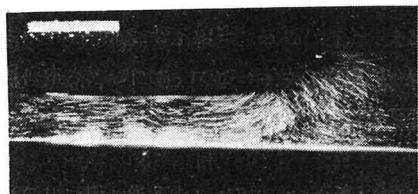


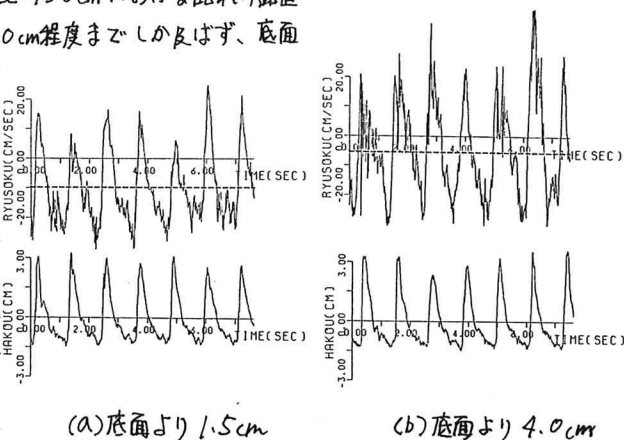
図-4 破砕帯内の組織立った巻き上がり

3.2 流速判定結果：図-5(a)(b)は、それぞれ破砕帯内($X=136\text{cm}$, 平均水深 5.7cm)での底面より 1.5cm と 4.0cm における流速変動と水面変動の時系列を示したものである。底面近くでは、波峰の通過時よりも谷の通過時に流速変動が大きくなることがわかる。これは、前述の可視化による結果と一致する。一方、水表面近くの乱れは破砕の影響を受け、波峰の通過時に乱れが大きくなっている。岸付近の水深が浅い所では全水深にわたって破砕による乱れが底面まで作用するが、 $X=136\text{cm}$ における乱れの鉛直判定によると、破砕の影響は水表面から約 3.0cm 程度までしか及ばず、底面近傍の乱れは破砕による乱れとはほとんど無関係であることがわかった。底面近傍における定常流速は、破砕帯内でも沖向きであり、鋸屑が堆積する地点では定常流速は十分小さく、batの形成は破砕帯内の定常流と密接に関連していることが明らかとなった。

今後、波による波動運動を取り除いた乱れに関して詳細に調べ、組織渦のスケールを評価する予定である。最後に本研究は、文部省科学研究費(自然災害特別研究)による研究の一部であることを付記する。

<参考文献>

- 1) 日野幹雄・難岡和夫・小俣篤：破砕帯内の乱れの組織的渦構造と水粒子運動について、第31回海岸工学講演会論文集 pp.1~5, 1984.



(a) 底面より 1.5cm (b) 底面より 4.0cm
図-5 水面変動と流速変動の時系列 ($X=136\text{cm}$)